

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**
DE 42 42 336 A 1

⑤1 Int. Cl. 5:
B 21 C 23/14
B 23 B 51/06

②1 Aktenzeichen: P 42 42 336.8
②2 Anmeldetag: 15. 12. 92
④3 Offenlegungstag: 16. 6. 94

DE 42 42 336 A 1

⑦1 Anmelder:
Gühling, Jörg, Dr., 72458 Albstadt, DE

⑦4 Vertreter:
Kuhnen, R., Dipl.-Ing.; Wacker, P., Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Fürniß, P., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Brandl, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;
Hübner, H., Dipl.-Ing., Rechtsanw.; Winter, K.,
Dipl.-Ing.; Roth, R., Dipl.-Ing.; Röß, W.,
Dipl.-Ing.Univ.; Kaiser, J.,
Dipl.-Chem.Univ.Dr.rer.nat.; Pausch, T.,
Dipl.-Phys.Univ.; Hess, P., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte,
85354 Freising

⑦2 Erfinder:
Heisinger, Joachim, 1000 Berlin, DE

⑥4 Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem innenliegenden, wendelförmigen Kanal, und nach diesem Verfahren hergestellter Sinterrohling

⑤7 Beschrieben wird ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem, vorzugsweise mehreren über den Umfang gleichmäßig verteilten innenliegenden und wendelförmig verlaufenden Kanälen vorbestimmten Querschnitts. Dieses Verfahren wird insbesondere bei der Herstellung eines Sintermetall- oder Keramik-Rohlings verwendet, wobei die den Rohling bildende, plastische Masse aus einem Düsenmundstück herausgepreßt wird, indem die Masse entlang der Achse des wendelförmig verdrillten, an einem Düsendom gehaltenen Stiftes strömt. Zur Vereinfachung des Verfahrens und zur weitestgehenden Eliminierung der Abhängigkeit des Extrusionsergebnisses von den Parametern des Extrusionsvorgangs wird im Düsenmund ein drehbar gelagerter Kühlkanalformer vorgesehen, der zumindest einen wendelförmig vorverdrillten Stift aufweist, der an einer Welle zumindest an der Befestigungsstelle und damit formstabil und starr befestigt ist. Die wendelförmige Vorverdrillung entspricht exakt der Wendelform der in den Rohling einzuformenden Innenkanäle. Dadurch wird dem zumindest einem Stift durch die entlang dessen Achse strömende plastische Masse im wesentlichen über die gesamte Länge ein konstanter, durch die Steigung der Wendel definierter Drehimpuls aufgeprägt, so daß plastische Verformungen der Masse im Düsenmundstück ausgeschlossen sind.

BEST AVAILABLE COPY

DE 42 42 336 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 024/487

27/38

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem innenliegenden wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts, insbesondere zur Herstellung eines Sintermetall- oder Keramik-Rohlings für ein Werkzeugteil, bei dem die den Rohling bildende, plastische Masse aus einem Düsenmundstück herausgepreßt wird, wobei sie entlang der Achse zumindest eines wendelförmig verdrillten, an einem Düsendorn gehaltene Stiffes strömt. Die Erfindung bezieht sich ferner auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, d. h. auf ein zur Durchführung des Verfahrens geeignetes Strangpreßwerkzeug, aus dessen Düsenmundstück kontinuierlich ein zylindrischer Stab mit zumindest einem innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts herausfräsbar ist bzw. bei dem zumindest ein in die Strömung der Masse hineinragender Stift vorgesehen ist, der beim Durchströmen der Masse durch den Düsenmund den zumindest einen Kühlkanal formt. Die Erfindung bezieht sich schließlich auf einen nach dem Verfahren hergestellten zylindrischen Formkörper gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 41.

Aus einer plastifizierten keramischen oder pulvermetallurgischen Masse kontinuierlich, beispielsweise im Strangpreßverfahren hergestellte zylindrische Formkörper mit innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanälen vorbestimmten Querschnitts werden in zunehmendem Maße beispielsweise in der Werkzeugindustrie, und hier insbesondere bei der Herstellung von Bohrwerkzeugen benötigt, die eine innenliegende Kühl- bzw. Spülmittelversorgung haben, so daß das Kühl- bzw. Spülmittel in unmittelbarer Schneidennähe aus dem Werkzeug austreten kann. Der wendelförmige Verlauf des zumindest einen, innenliegenden Kühlkanals ist dann erforderlich, wenn an dem herzustellenden Werkzeug, wie z. B. an einem Bohrwerkzeug wendelförmige Spannuten vorgesehen, beispielsweise eingeschliffen sind. Da die axiale Länge solcher Bohrwerkzeuge zwischenzeitlich erheblich gesteigert worden ist, kommt es in besonderem Maße darauf an, die Steigung des zumindest einen, innenliegenden wendelförmigen Kühlkanals bei der Herstellung genau zu steuern und zu kontrollieren, damit die Lage des Kühlkanals in den Bohrer- bzw. Werkzeugstiegen über die gesamte Länge des Schneidteils im Bereich vorbestimmter, enger Toleranzen liegt.

Es sind zwischenzeitlich bereits vielfache Versuche unternommen worden, ein wirtschaftliches Strangpreßverfahren zur Herstellung zylindrischer, stabförmiger Rohlinge für die Werkzeugherstellung zu schaffen.

So wird bereits in der US-PS 2 422 994 ein Strangpreßverfahren beschrieben, bei dem eine plastifizierte pulvermetallurgische Masse durch eine Strangpreßdüse gepreßt wird, deren Innenoberfläche Vorsprünge vorbestimmten Querschnitts aufweist. Im Bereich des Zentrums der Strangpreßdüse erstrecken sich in axialer Richtung stabförmige Körper, die an einem vor der Strangpreßdüse liegenden, von der plastifizierten Masse umströmten Dorn befestigt sind. Dieses Verfahren arbeitet mehrstufig, indem das plastifizierte Rohmaterial zunächst in einen Bohrerrohling mit zumindest einer geradlinig verlaufenden, außenliegenden Nut geformt wird, woraufhin der so gestaltete Rohling durch eine Relativ-Drehbewegung zwischen der Strangpreßdüse und dem Rohmaterial verdrillt wird. Es hat sich gezeigt,

daß ein solcher, zweistufiger Formgebungsprozeß für die meisten der zwischenzeitlich verwendeten Rohmassen schon deshalb nicht in Frage kommt, weil der aus der Strangpreßdüse aus tretende Rohling regelmäßig derart druckempfindlich ist, daß selbst kleinste, auf ihn einwirkende Kräfte zu unerwünscht großen Verformungen nicht nur der Außenkontur, sondern auch der innenliegenden, eingeformten Kanäle führt, wodurch die Ausschußrate übermäßig ansteigt.

In der DE-PS 36 01 385 wird deshalb bereits ein Verfahren zur Herstellung eines Bohrwerkzeugs mit mindestens einem, wendelförmig verlaufenden, innenliegenden Kühlmittelkanal vorgestellt, bei dem der wendelförmige Verlauf des zumindest einen innenliegenden Kühlmittelkanals gleichzeitig mit der Extrusion der plastischen Masse erzeugt wird. Zu diesem Zweck ist das Düsenmundstück innenseitig mit einem wendelförmigen Profil ausgestattet, wobei die Wendelsteigung dieser Vorsprünge an die anzustrebende Wendelsteigung der innenliegenden Kühlkanäle angepaßt ist. Im Zentrum der Strangpreßdüse sind elastische Stifte vorgesehen, die mit ihren stromaufwärtigen Enden an einem Düsendorn befestigt sind und deren Elastizität so groß gewählt ist, daß die Stifte der durch die Innenkontur des Düsenmundstücks induzierten Drallströmung folgen können. Abgesehen davon, daß bei dieser Art der Herstellung eine verhältnismäßig große Energiemenge aufgebracht werden muß, um dem gesamten Strömungsquerschnitt eine homogene Drallströmung aufzuprägen, hat sich gezeigt, daß bei den nach diesem bekannten Verfahren hergestellten Rohlingen die Steigung der Kühlkanalwendel häufig von der Wendelsteigung der Vorsprünge oder Vertiefungen an der Innenoberfläche des Düsenmundstücks abweicht. Dies hat zur Folge, daß die Vorsprünge oder Vertiefungen an der Innenoberfläche des Düsenmundstücks in großer Zahl, dafür aber mit verhältnismäßig kleiner Tiefe ausgebildet werden mußten, um die Materialverluste möglichst klein zu halten. Die fertig gesinterten Teile werden dementsprechend regelmäßig außen zunächst rund geschliffen, bevor die Spannut eingebracht wird.

Um den Verfahrens schritt des außen rund Schleifens der fertig gesinterten Schneidteil-Rohlinge einzusparen, wird in der DE-OS bzw. in der EP 0 465 946 A1 ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Innenoberfläche des Düsenmundstücks von der Mantelfläche eines Kreiszylinders gebildet ist. Dem Düsenmundstück ist dabei eine innerhalb des Massestroms liegende Dralleinrichtung vorgeschaltet. Gemäß einer Alternative wird der Strangpreßmasse mittels dieser Dralleinrichtung eine gleichmäßig über den Querschnitt des Strangs wirkende Dralldrehbewegung aufgezwungen, während gemäß der zweiten Alternative der Dralleinrichtung durch die Strangpreßmasse eine Drall- bzw. Drehbewegung aufgezwungen wird. Zur Bildung der Innenkanäle ragt in den Massestrom der Drall- bzw. Drehbewegung folgendes, fadenförmiges Material hinein. In diesem Fall wird der Kreisdurchmesser, auf dem die Querschnitte bzw. der Querschnitt des zumindest einen innenliegenden Kühlmittelkanals beim extrudierten Rohling zu liegen kommt, durch die Strömungsgeschwindigkeit und durch die Reibungsverluste im Düsenmundstück beeinflusst, was sich insbesondere beim Wechseln der Strangpreßmasse von einer Charge zur anderen negativ auswirken kann. Es wird deshalb gemäß einer weiteren Variante dieses Verfahrens vorgeschlagen, das Düsenmundstück drehbar auszubilden, wobei durch die Drehbewegung des Düsenmundstücks eine Korrektur der Dralldrehbewegung

gung des Massestroms erfolgen soll.

Aus dem Dokument EP 0 431 681 A2 ist schließlich ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung eines zylindrischen, metallischen oder keramischen Rohlings der eingangs beschriebenen Gattung bekannt geworden, bei dem sich durch das Zentrum eines innenseitig glatten, kreiszylindrischen Düsenmundstücks zumindest ein verdrahteter Mittelstift aus einem starren Material erstreckt. Dieser zumindest eine, verdrahte Mittelstift ist vor dem Einlaufbereich des Düsenmundstücks an einem stationären Dorn befestigt. Die Stifte sind also bei diesem Verfahren wendelförmig vorgeformt und aus einem starren Material, wie z. B. aus Hartmetall oder Stahl gebildet. Es konnte gezeigt werden, daß es bis zu einem bestimmten, verhältnismäßig kleinen Verhältnis zwischen Innendurchmesser des Düsenmundstücks und Außendurchmesser des zumindest einen Mittelstifts möglich ist, im Bereich des Düsenmundstücks auf zusätzliche Verdralleinrichtungen zu verzichten. Dabei wird davon ausgegangen, daß die starren Mittelstifte in der Lage sind, dem Massenstrom über den gesamten Querschnitt eine gleichmäßige Drallbewegung aufzuzwingen. Bei größeren Werten des vorstehend angesprochenen Verhältnisses muß die Verdralldung des Rohlings durch zusätzliche Dralhilfen in der Düse verstärkt werden. Auch hat sich gezeigt, daß es regelmäßig erforderlich ist, die Mittelstifte stärker zu verdralen als den Drall der im Rohling dann tatsächlich vorliegenden, wendelförmigen Kanäle. Dies setzt für jede Strangpreßmasse umfangreiche Versuche voraus, die das Herstellungsverfahren verteuern und aufwendige Qualitäts-Sicherungsmaßnahmen erforderlich machen.

Zur Lösung der Aufgabe, ein Verfahren und eine Vorrichtung der vorstehend beschriebenen Gattung derart weiterzubilden, daß Strangpreßrohlinge mit genau definiertem Verlauf innenliegender, wendelförmiger Kühlkanäle mit einem Höchstmaß an Reproduzierbarkeit und mit hoher Gefügequalität herstellbar sind, wobei keinerlei Beschränkungen hinsichtlich des Anwendungsbereichs des Verfahrens im Hinblick auf die Zusammensetzung der Strangpreßmasse, der Verfahrensparameter oder hinsichtlich der Geometrie des Rohlings bestehen sollen, wird im Hauptpatent ... (Patentanmeldung P 42 11 827.1—14) vorgeschlagen, die Innenkanäle ohne plastische Umformung der im Düsenmundstück befindlichen Masse im Urformprozeß herzustellen, wobei vorzugsweise die Masse im wesentlichen drallfrei in das Düsenmundstück eintritt, über den gesamten Strömungsquerschnitt im wesentlichen drallfrei entweder den zumindest einen Stift anströmt und diesen beim Durchtreten durch das Düsenmundstück in eine kontinuierliche, der Steigung seiner Wendel entsprechende Drehbewegung versetzt, oder an einer Stiftaufhängung vorbeiströmt, die in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit antreibbar ist. Die Vorrichtung ist nach einer Variante dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift dreh- und axialfest mit einer im Düsenorn um eine zur Düsenachse parallele Achse drehbar gelagerten Welle verbunden und derart verdreht ist, daß ihm die entlang seiner Achse strömende plastische Masse im wesentlichen über die gesamte Länge einen konstanten, durch die Steigung seiner Wendel definierten Drehimpuls aufträgt. Nach einer weiteren Variante hat die den zumindest einen Stift tragende Welle, deren radial innerhalb des Stiftes liegende Verbindungsstelle zum Stift im Düsenmund liegt, einen Zusatzantrieb, wobei in diesem Fall der Stift flexibel sein kann und der Antrieb in Unabhängigkeit von der gewünschten Stei-

gung steuerbar ist.

Hierbei löst man sich grundsätzlich von dem Gedanken, dem hochviskosen Massestrom bei der Extrusion eine der zu erzeugenden Wendelsteigung entsprechende Drallbewegung aufzuprägen und dabei die Masse verhältnismäßig stark plastisch zu verformen. Vielmehr basiert die Erfindung auf dem Gedanken, den zumindest einen Draht durch die sich über die Länge des Stiftes auf summierenden Strömungs-Anströmkraften in eine solche Drehbewegung zu versetzen, daß beim Hindurchtreten der plastischen Masse durch das Düsenmundstück zumindest ein wendelförmiger Innenkanal entsteht, dessen Steigung exakt mit der Steigung des vorverdrehenden Stiftes übereinstimmt. Das erfindungsgemäße Verfahren funktioniert insoweit auf der Umkehr eines Korkenzieher-Effekts, wobei die Korkenzieherwendel mit dem Stift und der Korken mit der plastischen Strangpreßmasse zu vergleichen ist. Die zumindest eine Innenwendel entsteht somit erfindungsgemäß im Urformverfahren. Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt dabei darin, daß quasi keine Energie dafür aufgewendet werden muß, dem Querschnitt der Strangpreßmasse eine Drallströmung aufzuprägen, was gleichzeitig bedeutet, daß auch der Kühlkanalformer in Form der sich drehenden Teile nur geringen und reproduzierbaren Kräften unterworfen wird. Dabei wird bei der Erfindung in vorteilhafter Weise der Umstand ausgenutzt, daß bei einer vorgegebenen Wendelsteigung mit zunehmender Nähe der Wendelfläche zur Zentrumsachse der Steigungswinkel zunimmt, so daß die Anströmwinkel kleiner werden. Dies führt im Vergleich zu der Anordnung von Dralleinrichtungs-Anströmfächern im Bereich des Innenmantels des Düsenmundstücks bzw. an radial weiter außen liegenden Stellen zu energetischen Vorteilen. Mit anderen Worten, die Strömung der Strangpreßmasse wird erfindungsgemäß bei der Herstellung der innenliegenden Kühlkanäle so gering wie möglich beansprucht, wodurch sich der besondere Vorteil ergibt, daß der Rohling am Austritt des Düsenmundstücks ein sehr homogenes Gefüge hat. Dabei hat sich überraschenderweise gezeigt, daß die Genauigkeit des eingebrachten, zumindest einen wendelförmigen Kühlkanals, und zwar hinsichtlich Steigung, radialer Lage, Winkellage und Querschnitt auf Anhieb auf einem sehr hohen Niveau gehalten werden konnte, und zwar unabhängig davon, ob und gegebenenfalls in welcher Weise eine bestimmte Rauigkeit der Innenmanteloberfläche des Düsenmundstücks gewählt wird oder nicht. Erfindungsgemäß ist somit erstmalig ein zylindrischer Strangpreßkörper mit innenliegenden, wendelförmigen Kühlkanälen herstellbar, der eine von der Kreisform abweichende Querschnittsform, beispielsweise Rechteck-, Polygon- oder Ellipsenform hat, wobei es auf die Lage des Drehzentrums des Kühlkanalformers bezüglich des Düsenquerschnitts nicht mehr ankommt. Aufgrund des erfindungsgemäßen Verfahrens existieren in einem großen Bereich keine Abhängigkeiten mehr zwischen dem Querschnitt bzw. dem Durchmesser des Rohlings und/oder dem Grad der Plastifizierung und/oder den Extrusionsparametern, wie z. B. der Strangpreßgeschwindigkeit. In jedem Fall entspricht die Wendel im Rohling exakt der vorgeformten Wendel der mitgedrehten Drähte.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Herstellungsgenauigkeit und die Reproduzierbarkeit mit geringem, vorrichtungstechnischen Aufwand weiter zu verbessern. Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und

hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale der Patentansprüche 10 bzw. 26 gelöst.

Erfindungsgemäß wird den starren oder flexiblen Stiften ein reibungsminderndes Fluid, vorzugsweise eine reibungsmindernde Flüssigkeit oder eine flüssigkeitsähnliche Substanz vorzugsweise unter Druck zugeführt. Die auf diese Weise stark verminderte Reibung führt zu kleinsten Reaktionskräften zwischen der Preßmasse und dem zumindest einen Stift. Diese kleinsten Reaktionskräfte wiederum erlauben es, die Stiftträgerorgane mit geringstmöglichem Querschnitt auszubilden. Diese Stiftträgerorgane sind von den Komponenten wie Stege, Welle und Wellenlagerung gebildet. Weil diese Stiftträgerorgane somit erfindungsgemäß mit kleinerem Querschnitt ausgebildet werden können, führen diese ebenfalls zu kleineren Reaktionskräften, die den Preßmassenstrom ansonsten stören würden. Die Summe der somit erfindungsgemäß radial auf die Preßmasse einwirkenden Kräfte ist durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen so gering, daß diese reproduzierbar nicht mehr in der Lage sind, dem Preßmassenstrom weder örtlich noch über den Querschnitt eine Drallbewegung aufzuzwingen. Es konnte gezeigt werden, daß die inneren und äußeren Zusammenhaltkräfte der Preßmasse diesem Tendenz wirksam entgegenwirken. Dabei ergibt sich durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen der zusätzliche Vorteil, daß an dem den Kühlkanal formenden, zumindest einen Stift kein spürbarer Verschleiß mehr auftritt. Die erfindungsgemäße Weiterbildung des Gegenstands des Hauptpatents ist somit vergleichbar mit einer quasi hydrostatischen Lagerung des Kühlkanalformers in der Preßmasse.

Vorzugsweise wird das Fluid unter Druck zugeführt (Anspruch 2) und das Fluid besteht aus dem Plastifizierungsmittel der Preßmasse oder es hat zumindest eine Komponente dieses Plastifizierungsmittels.

Es ergeben sich bereits günstige die Reibungskraft vermindernde Effekte dann, wenn das die Reibungskraft vermindernde Fluid im Bereich der Stifte vorliegt, d. h. deren Oberfläche benetzt. Eine zusätzliche Verbesserung ergibt sich mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 3 bzw. des Patentanspruchs 28. Hierbei wird das die Reibungskraft vermindernde Fluid schon durch den Lager-Dichtspalt am Wellenausstritt der Wellenlagerung zugeführt. Auf diese Weise bildet sich ein hydrostatischer Tragfilm über die gesamten, stromab der Wellenlagerung befindlichen Oberflächen des Kühlkanalformers aus. Dieser hydrostatische Tragfilm tritt dann ausschließlich über die dann eingeförmten Kanäle wieder aus. Dabei kann angenommen werden, daß sich an den umströmten Organen, wie der Welle oder der Wellen-Stegverbindung innerhalb der Preßmasse keine Einschlüsse bilden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß sich das den hydrostatischen Spalt bildende Fluid, d. h. die den hydrostatischen Spalt bildende Flüssigkeit durch den inneren Druck der Preßmasse den einfachsten Weg über die Oberflächen in die sich bildenden Kanäle sucht.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Besonders gute Druckverhältnisse beim Durchtritt durch das Düsenmundstück erzielt man mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 4 bzw. des Patentanspruchs 11. Da sich die hochviskose Masse nicht wie eine ideale Flüssigkeit verhält, sondern statt dessen eine gewisse Elastizität besitzt, ist darauf zu achten, daß beim Durchströmen des Düsenmundstücks und der darin liegenden wendelförmigen Stäbe an jeder Stelle ein ausreichender Druck zum Schließen des Querschnitts vor-

herrscht. Dies ist insbesondere im Einlaufbereich des Düsenmundstücks bzw. in den Bereichen von Bedeutung, in denen entweder durch die Gestaltung der Strangpreßdüse oder aber durch andere Hindernisse in der Strömung Veränderungen des Strömungsquerschnitts auftreten. Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erfolgt die Steuerung des Drucks über den Massenstromquerschnitt durch die Gestaltung der Innenmantelfläche des Düsenmundstücks. Diese Mantelfläche kann beispielsweise auch so ausgebildet werden, daß sich der Durchflußquerschnitt zur Austrittsseite hin allmählich verkleinert, um dem strömungsmechanisch bedingten Druckabbau zur Umgebung hin (Austrittsquerschnitt des Düsenmundstücks) entgegenzuwirken.

Wenn die in den Düsenmund eintretende Masse auf die verdrehten Stäbe trifft, muß sie ein Reaktionsmoment aufnehmen. Durch geeignete Gestaltung des Innenmantels und/oder durch geeignete Maßnahmen Bereich des Kühlkanalformers im Bereich des Düseninlaufs können die Reaktionskräfte des Kühlkanalformers derart aufgefangen werden, daß die Masse drallfrei durch den Düsenmund strömt und aus diesem austritt.

Eine geeignete Maßnahme besteht beispielsweise darin, die Massenstrom bedingte Drehbewegung der die Kühlkanäle formenden Stäbe, d. h. des Kühlkanalformers durch einen Zusatzantrieb zu unterstützen, wobei die vorteilhafteste Ausgestaltung eines solchen Zusatzantriebs so aufgebaut sein soll, daß das zusätzliche Antriebs-Drehmoment gerade so groß ist, daß es das Reaktions-Gegenmoment kompensiert.

Der Zusatzantrieb kann gemäß einer weiteren Variante der Erfindung, wie sie im Patentanspruch 26 angegeben ist, in vorteilhafter Weise mit einem Kühlkanalformer kombiniert werden, bei dem zumindest ein flexibler Kernstift am Ende einer in den Düsenmund ragenden Welle sitzt, so daß die Welle in Abhängigkeit von der gewünschten Steigung der Kanalwendel kontrolliert in Drehbewegung versetzt wird. Dabei werden die gleichen, vorstehend erläuterten Vorteile erzielt, da auch in diesem Fall nicht der gesamte Massen-Strömungsquerschnitt einem Drall unterworfen wird und der Kanal wiederum im Urformprozeß entsteht.

Eine weitere, besonders einfache Möglichkeit, dieses Zusatz-Antriebsmoment bereitzustellen, ist Gegenstand des Patentanspruchs 4 bzw. des Patentanspruchs 17. Bereits durch eine dem Drehsinn der Wendel angepaßte Anschrägung der stromaufgelegenen Stirnseiten der die Kühlkanäle bildenden Stäbe kann das reibungsbedingte Bremsmoment weitestgehend kompensiert werden. Dies ist Gegenstand des Patentanspruchs 18.

Wenn der zumindest eine, den zugehörigen, innenliegenden Kühlkanal formende Stift über den die Verbindung zur Welle herstellenden Nabenkörper hinaus in stromaufwärtiger Richtung verlängert ist, was Gegenstand des Patentanspruchs 14 ist, wird zusätzlich die Einleitung des Biegemoments von den Stäben in den Nabenkörper sehr günstig, wodurch die Verbindungsstelle zwischen Nabenkörper und Stift kürzer gehalten werden kann.

Die Einleitung der gleichförmigen Drehbewegung auf die an der Welle sitzenden Stifte erfolgt hauptsächlich im ersten Abschnitt, d. h. im eigentlichen Führungsabschnitt des Düsenmundstücks. Aus diesem Grunde wirkt sich die mit zunehmendem Abstand von der Verbindungsstelle zur Welle immer kleiner werdende Steifigkeit der Drähte nicht auf die Formgenauigkeit der Innenkanäle aus.

Eine weitere oder zusätzliche Maßnahme zum Ausschließen jeglicher Rotation des austretenden Rohlings — diese könnte in bestimmten Anwendungsfällen stören — besteht darin, daß zumindest in diesem Bereich des Strömungseinlaufs eine Linearisierung, d. h. eine axiale Ausrichtung und Stabilisierung der Strömung unter Zuhilfenahme einer Strömungsleitflächenanordnung durchgeführt wird. Eine vorteilhafte Möglichkeit der Ausbildung einer solchen Strömungsleitflächenanordnung ist Gegenstand des Patentanspruchs 31. Hierbei kann beispielsweise eine regelmäßige Axialnutenanwendung finden, wobei in vorteilhafter Weise diese Gestaltung der Innenoberfläche des Düsenmundstücks gleichzeitig dazu benutzt wird, die sich am Ende der Nabe der Drehwelle ergebende Querschnittsveränderung zu kompensieren. In diesem Fall verlaufen dann die Axialnuten lediglich bis zum Ende der Verbindungsnahe zwischen den Stiften und der Drehwelle.

Mit den Weiterbildungen gemäß den Patentansprüchen 34 bis 37 wird in vorteilhafter Weise verhindert, daß sich bei der räumlichen Umströmung des Nabenkörpers durch das Reibungsverhalten von daran befestigten starren oder flexiblen Stiften oder Fäden, die entweder durch ihre vorgewendelte Form oder durch einen kontrollierten Drehantrieb einen Drehimpuls auf die drallfreie Preßmasse ausüben, eine negative Beeinflussung des Gefüges und der Genauigkeit der Formkörperherstellung ergibt. Zu diesen negativen Beeinflussungsfaktoren zählt auch ein Drehimpuls, der nur eine Drallbewegung der Preßmasse mit geringer radialer Erstreckung zum Düsenmantel hin auslöst. Um diese, nahe der Drehachse bzw. nahe dem Teilkreis des zumindest einen Stifts auftretende Drallbewegung zu kompensieren bzw. zu eliminieren sind Leiteinrichtungen von Vorteil, die ebenfalls geringste Abmessungen haben können, wobei der axial angeströmte Querschnitt ähnlich wie bei einer Strömungsmaschine mit geringem Axialspalt neben dem turbinenartigen Kanalformer, d. h. dem zumindest einen Stift plaziert wird. Diese Leiteinrichtungen sind vorzugsweise flossenartig ausgebildet und beispielsweise einstückig mit dem Dorn ausgebildet. Sie können jedoch auch nach Bedarf an diesen Dorn befestigt werden. Die Strömungsleitflächenanordnungen, die als Drallverhinderungsflächen wirken, erstrecken sich vorzugsweise nicht über den gesamten Strömungsquerschnitt, weil die vorstehend genannte Drallbewegung in diesem Fall ebenfalls nur eine geringe radiale Erstreckung hat. Es ist jedoch selbstverständlich auch möglich, diese Drallverhinderungseinrichtungen über den gesamten Strömungsquerschnitt wirken zu lassen.

Eine besonders wirksame Einrichtung zur Kompensierung des vom Kühlkanalformer auf die Preßmasse einwirkenden Dralls ist Gegenstand des Patentanspruchs 36. In diesem Fall wird der vom Kühlkanalformer ausgelöste Drallimpuls auf die Preßmasse durch einen in die entgegengesetzte Drallrichtung eingeleiteten Gegendrall kompensiert. Diese den Drall kompensierende Leiteinrichtung kann beispielsweise exakt die Form des Nabenkörpers haben oder so ausgelegt sein, daß auch die den Drallimpuls auslösenden Reibungskräfte der Mittelstifte kompensiert werden. Dieses in der Strömung liegende Teil, d. h. dieses Strömungsteil kann dann ebenfalls kontrolliert angetrieben oder freigelagert werden und dreht sich entgegengesetzt zur Drehrichtung des Kanalformers.

Die Erfindung ist aufgrund ihres Funktionsprinzips für jede Querschnittsgestaltung des Rohlings aber auch

für jede Querschnitts- und Lagegestaltung der innenliegenden Kühlkanäle anwendbar. Besonders einfache, weil symmetrische Verhältnisse ergeben sich allerdings dann, wenn die Stäbe punktsymmetrisch zu der Achse der Drehwelle angeordnet werden. Mit der Weiterbildung des Patentanspruchs 29 lassen sich die Einströmungsverhältnisse der hochviskosen, d. h. plastischen Masse in das Düsenmundstück bzw. die Anströmverhältnisse der Wendel-Kernstäbe optimieren.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Axialschnitt im Bereich des vorderen Endes einer Strangpreßdüse zur Erläuterung des Funktionsprinzips des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform der Strangpreßdüse;

Fig. 3 und 4 Teilschnitte zur Darstellung weiterer Ausführungsformen der Strangpreßdüse;

Fig. 5 eine der Fig. 1 ähnliche Ansicht einer fünften Ausführungsform der Strangpreßdüse mit einer modifizierten Zuführung einer die Reibungskräfte vermindern Substanz;

Fig. 6 in einem etwas kleineren Maßstab eine weitere Ausführungsform der Strangpreßdüse mit einer modifizierten Leitflächenanordnung zur Drallverminderung bzw. Drallkompensation;

Fig. 7 den Schnitt VII-VII in Fig. 6;

Fig. 8 eine der Fig. 6 ähnliche Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Drallverminderungseinrichtung;

Fig. 9 die Ansicht IX in Fig. 8;

Fig. 10 eine der Fig. 6 ähnliche Ansicht einer modifizierten Ausgestaltung einer Vorrichtung zur Verminderung des auf die Preßmasse ausgeübten Dralls;

Fig. 11 den Schnitt XI-XI in Fig. 10;

Fig. 12 eine der Fig. 6 ähnliche Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer Strangpreßdüse mit einem speziellen, drallkompensierenden Strömungsteil;

Fig. 13 den Schnitt XIII-XIII in Fig. 12;

Fig. 14 einen schematischen Axialschnitt im Bereich des vorderen Endes einer Strangpreßdüse zur Erläuterung des Funktionsprinzips des Verfahrens nach dem Hauptpatent;

Fig. 14A den Schnitt entsprechend XIVA-XIVA in Fig. 14;

Fig. 15 eine der Fig. 14 ähnliche, jedoch erweiterte Ansicht der Strangpreßdüse zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Aufbaus des Düsendorns;

Fig. 16 die Schnittansicht entsprechend XVI-XVI in Fig. 15; und

Fig. 17 eine Teil-Schnittdarstellung des Düsenmundstücks mit einer etwas abgewandelten Kontur der inneren Mantelfläche.

Nachfolgend wird zunächst auf die Fig. 14 bis 17 Bezug genommen, um das dem Verfahren zugrundeliegende Prinzip der Kühlkanalausformung im Urformprozeß verdeutlichen zu können.

In Fig. 14 ist mit dem Bezugszeichen 10 ein Strangpreßwerkzeug bezeichnet, das gemäß Fig. 14 von rechts nach links von einer hochviskosen, plastifizierten metallischen oder keramischen Masse 12 durchströmt wird. Mit 14 ist ein Düsenmundstück bezeichnet, das entweder einstückig mit einem Düsenträgerteil 16 ausgebildet

ist, oder auswechselbar an letzterem gehalten ist. Das Düsenmundstück 14 und/oder das Düsenträgerteil sind vorzugsweise austauschbar im Strangpreßwerkzeug 10 fixiert.

Die Strangpreßdüse hat zwei Abschnitte, nämlich einen Düsenmund DM und einen Düsen-Einlaufbereich DE, in dem die plastische Masse 12 trichterförmig in den Düsenmund geleitet wird. Im Zentrum des Düsen-Einlaufbereichs DE ist ein Düsendorn 18 vorgesehen, der später anhand der Fig. 15 näher beschrieben wird und an seiner stromabwärtigen Seite eine konische Oberfläche 20 hat, so daß zwischen dem Düsendorn 18 und dem Düsenträgerteil 16 ein Ringraum 22 gebildet wird, der in den Düsenmund DM mündet.

Das Strangpreßwerkzeug 10 bzw. die Strangpreßdüse 14, 16 dient zur kontinuierlichen Extrusion von zylindrischen stabförmigen Formkörpern 24 mit zumindest einem, innenliegenden und wendelförmig, links- oder längsgängig verlaufenden Kanal 26. Solche Rohlinge werden beispielsweise bei der Herstellung von Bohrwerkzeugen benötigt, wobei sich in diesem Fall an den Extrusionsprozeß zunächst ein Trocknungs- bzw. Vorsinterungsprozeß anschließt, bevor die entsprechend abgelenkten Rohling-Stäbe dem eigentlichen Sinterprozeß unterworfen werden. Die fertig gesinterten Rohlinge werden dann regelmäßig spanend bearbeitet, indem in die Außenoberfläche der Rohlinge zumindest eine wendelförmige Spannut eingeschliffen wird. Da der Verlauf der innenliegenden Kühlkanäle 26 bei der spanenden Bearbeitung nicht überwacht werden kann, ist es erforderlich, den Rohling 24 so herzustellen, daß im Bereich des Innenkanals 26 möglichst geringe Toleranzen hinsichtlich Querschnitt, Teilkreisdurchmesser und Exzentrizität des Teilkreises zur Achse 28 auftreten, und zwar in jedem Radialschnitt des Rohlings, was ferner die genaue Einhaltung einer vorbestimmten Wendelsteigung WS voraussetzt. Andernfalls kann der Fall eintreten, daß insbesondere beim Einschleifen von Spannuten in längere gesinterte Rohlinge die Nut dem Innenkanal zu nahe kommt, was entweder zu Festigkeitseinbußen oder aber dazu führt, daß der gesamte Rohling nicht mehr brauchbar ist. Dieses vorstehend angesprochene Problem tritt unabhängig davon auf, wieviel innenliegende Kühl- bzw. Spülmittelkanäle im Bohrer ausgebildet werden und welche Formgebung diese Kanäle haben, wobei als weiterer Gesichtspunkt bei der Herstellung von metallischen oder keramischen Rohlingen zu berücksichtigen ist, daß die Rohlinge in der Trocknungs- und/oder Sinterphase teilweise erheblichen Schrumpfungen unterliegen, die regelmäßig gefügeabhängig ablaufen. Es kommt deshalb darauf an, bei der Extrusion der plastifizierten Hartmetall- oder Keramikmasse Maßnahmen zu ergreifen, die sicherstellen, daß der extrudierte Rohling nicht nur mit großer Maßgenauigkeit, sondern auch mit einem Höchstmaß an Homogenität des Gefüges über den Querschnitt herstellbar ist. Zu diesem Zweck ist das Strangpreßwerkzeug wie folgt aufgebaut:

Im Zentrum des Düsendorns 18 ist eine Welle 30 drehbar gelagert. Die Welle 30 erstreckt sich über das vordere Ende 32 des Düsendorns 18 hinaus bis in den Düsenmund DM hinein und trägt am stromabwärtigen Ende einen plattenförmigen Nabenkörper 34 (siehe auch Fig. 16), der über seine radial außenliegenden Seitenflächen 36, 38 fest mit jeweils einem wendelförmig vorverdrillten Stift bzw. Kernstift 40, 42 verbunden ist. Bei den gezeigten Ausführungsbeispielen sind zwei solcher Stifte 40, 42 vorgesehen, die punktsymmetrisch zur

Achse 44 der Welle 30 und damit des Nabenkörpers 34 liegen. Es soll jedoch an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß die Erfindung nicht auf eine solche Anzahl und Anordnung der Stifte beschränkt ist. Es ist gleichermaßen möglich, entweder nur einen Stift, oder aber mehrere Stifte mit gleichmäßiger Umfangsverteilung oder aber mit ungleichmäßiger Umfangsverteilung an einer Nabe zu befestigen, wobei auch die Einzelquerschnitte der Stifte voneinander abweichen können. Es ist gleichermaßen möglich, die Stifte auf unterschiedlichen Teilkreisen anzuordnen, wobei sogar die Achsen und/oder der Drehsinn der Stifte differieren können.

Die wendelförmig vorverdrillten Stifte 40, 42 haben exakt die Steigung, die der extrudierte Rohling 24 aufweist. Das Maß der Steigung WS wird unter Berücksichtigung der zu erwartenden Sinterschrumpfung festgelegt, ebenso wie der Teilkreisdurchmesser TKD. Die Wendelachse 28 fällt mit der Achse 44 der Welle 30 zusammen, so daß sich der Querschnitt des Stiftes 40, 42 bei Drehung der Welle 30 stets auf dem Teilkreis 46 bewegt. Zu diesem Zweck ist es erforderlich, die Stifte 40, 42 exakt ausgerichtet an den Seitenflächen 36, 38 des Nabenkörpers 34 zu befestigen, was vorzugsweise über eine Schweiß- oder Lötverbindung geschieht. Als Material für die Stifte 40, 42 wird ein Werkstoff mit großem E-Modul, wie z. B. Stahl, Hartmetall oder ein Keramikwerkstoff verwendet.

Bei der gezeigten Ausführungsform haben die Stifte 40, 42 im wesentlichen die Länge einer halben Wendelsteigung WS/2 und die Anordnung ist derart getroffen, daß sich die Stifte 40, 42 zumindest bis zur Stirnseite 48 des Düsenmundstücks 14 erstrecken, so daß die von den Stäben 40, 42 beim Extrusionsvorgang gebildeten Innenkanäle 26 außerhalb der Düse ihre Form und Lage beibehalten.

Der Nabenkörper 34 sitzt beim gezeigten Ausführungsbeispiel im Düsenmund DM, so daß er einen vorbestimmten Axialabstand AX vom vorderen Ende 32 des Düsendorns 18 hat. Dieser Axialabstand AX ist vorzugsweise einstellbar, um die Anströmverhältnisse des Düsenmundes DM und damit des zumindest einen Stiftes 40, 42 beeinflussen zu können.

Wie durch die Pfeile 50 in Fig. 14 angedeutet, werden die Stifte 40, 42 definiert, und im Bereich des Düsenmundes DM axial angeströmt. Die Strömung trifft damit unter dem durch die Steigung WS und den Teilkreisdurchmesser TKD bestimmten Winkel PHI auf die Stifte 40, 42. Da diese über den Nabenkörper 34 und die Welle 30 um die Achse 28 der Wendel, nämlich um die Achse 44 drehbar im Düsenmund DM fixiert sind, werden die Drähte 40, 42 beim Durchtritt der plastischen Masse 12 durch den Düsenmund in eine kontinuierliche, der Steigung der Wendel der vorgeformten Stifte entsprechende Drehbewegung mit der Winkelgeschwindigkeit OMEGA versetzt. Die durch die Anstellung der wendelförmigen Stifte zur Strömungsrichtung hervorgerufenen, in Umfangsrichtung wirkenden Kraftkomponenten summieren sich über die Länge der Stifte 40, 42 auf. Die Anordnung aus Welle 30, Nabenkörper 34 und zumindest einem wendelförmig verdrilltem Stift 40, 42 wird deshalb eine durch die Strömungsgeschwindigkeit vorgegebene gleichmäßige Rotationsbewegung ausführen, wobei die Biegebeanspruchung der Stifte 40, 42 verhältnismäßig klein gehalten wird. Die Stifte 40, 42 fungieren auf diese Weise nach dem Prinzip einer axial durchströmten Turbine mit der Abtriebswelle 30, wobei allerdings das Medium nicht von einer idealen, inkompressiblen Flüssigkeit, sondern von einer hochviskosen

und zu einem gewissen Grade elastischen Masse gebildet ist.

Da sich der Nabenkörper 34 mit den Befestigungsstellen 36, 38 im Bereich des Düsenmundes DM befindet, sind bei der gezeigten Ausführungsform besondere Maßnahmen ergriffen, um die Strömungs- und Druckverhältnisse im Düsenmund DM zu kontrollieren. Der Düsenmund ist grundsätzlich in zwei Bereiche, nämlich einen Düsenmund-Eintrittsbereich DME und einen reinen Düsenmund-Strömungsbereich DMS unterteilt. Im Abschnitt DMS hat der Düsenmund einen vorbestimmten, im wesentlichen gleichbleibenden Querschnitt, durch den die Strömungsgeschwindigkeit kontrollierbar ist. Wenn sich im Bereich DMS der Querschnitt nicht ändert, kann in erster Näherung auch eine konstante Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich angenommen werden. Im Bereich DME kommt es darauf an, den effektiv zur Verfügung gestellten Durchströmungsquerschnitt zumindest über die axiale Länge des Bereichs DME, vorzugsweise jedoch über die gesamte axiale Länge des Düsenmundes DM im wesentlichen konstant zu halten. Zu diesem Zweck ist der Durchmesser im Bereich DME im Vergleich zum Abschnitt DMS gerade um ein Maß M angehoben, daß die von den beiden Durchmessern der Bereiche DMS und DME definierte Ringfläche in etwa so groß wird wie die in Fig. 16 erkennbaren Querschnittsflächen der Welle 30 und der Radialschnittfläche des Nabenkörpers 34 unter Einbeziehung der Verbindungsstellen 52. Durch geeignete Gestaltung der Übergänge zwischen den Innenmantelflächen im Bereich DME und DMS können übermäßige Druckschwankungen in der Masse 12 beim Durchströmen des Düsenmundes DM ausgeschaltet werden. Insbesondere wird durch die erfindungsgemäße Gestaltung des Düsenmundes DM gerade im Übergangsbereich zwischen den Abschnitten DME und DMS ein zu starker Druckabfall verhindert, so daß mit Sicherheit dafür gesorgt wird, daß im Abschnitt DMS ein ausreichender Druck zum Schließen des Querschnitts vorherrscht.

Aus den Figuren sind einige mögliche Gestaltungen der stromauf und/oder stromabwärts liegenden Kanten 54 bzw. 56 des Nabenkörpers 34 angedeutet. Die gezeigten Verläufe dieser Kanten sind nur beispielhaft und können selbstverständlich innerhalb weiter Grenzen variiert werden, um die Strömungs- und Druckverhältnisse in diesem Bereich entsprechend zu beeinflussen bzw. zu kontrollieren. Mit strichpunktlierten Linien ist eine alternative Gestaltung einer Kante 156 auf der stromab gelegenen Seite angedeutet. Mit solchen Gestaltungen lassen sich die Strömungsverhältnisse beliebig beeinflussen.

Bei der axialen Anströmung des Nabenkörpers 34 und der Stifte 40, 42 entstehen auch in axialer Richtung wirkende Reaktionskräfte, die von der Welle 30 aufgenommen werden müssen. Zu diesem Zweck ist der Welle 30 nicht nur eine Radiallagerung 58, sondern auch ein Axiallager 60 zugeordnet, das nachfolgend anhand der Fig. 15 näher erläutert werden soll. Ansonsten entspricht die Ausführungsform gemäß Fig. 15 im wesentlichen derjenigen gemäß Fig. 14, so daß für die vergleichbaren Komponenten auch gleiche Bezugszeichen verwendet werden.

Das Axiallager 60 ist von einem Wälz-, vorzugsweise einem Nadellager gebildet, dessen Nadeln 62 auf Laufflächen 64, 66 in Form von Stützscheiben abwälzen. Die Scheiben sind auf die Welle 30 auf gefädelt. Eine der Scheiben, nämlich die Scheibe 64 stützt sich flächig an

einer Stirnseite 68 eines Dorneinsatzes 70 ab, der in einen Zentralkörper 72 eines ringförmigen Düseneinsatzes 74 geschraubt ist. Zwischen dem Zentralkörper 72 und dem Montage-Außenring 76 des Düseneinsatzes sind vorzugsweise in gleichmäßigem Umfangsabstand zueinander stehend schmale Rippen 78 vorgesehen, vorzugsweise einstückig mit dem Außenring 76 verbunden. Mit 80 sind Dichtungen bzw. Dichtungspakete zwischen dem Dorneinsatz 70 und dem Zentralkörper 72 bezeichnet. Die zweite Laufscheibe 66 auf der anderen Seite der Nadeln 62 wird durch eine Druckscheibe 82 abgestützt, die durch eine Lager-Einstellmutter 84 ihrerseits an der Welle 30 abgestützt ist. Ein mit 86 bezeichneter Stopfen kann aus dem Düsendorn-Zentralkörper 72 entfernt werden, um das Lager zu schmieren.

Mit dem Bezugszeichen 88 ist eine Spaltdichtung bezeichnet, die sich zur wirksamen Dichtung der Lager 58 und 60 gegen die Masse 12 als vollkommen ausreichend erwiesen hat. Zusätzlich kann noch hinter der Spaltdichtung ein O-Ring vorgesehen sein.

Der vorstehend beschriebene Aufbau der Lagerung des drehbaren Kühlkanalformers eröffnet die Möglichkeit, den Strangpreßkopf innerhalb kürzester Zeit umzurüsten, indem beispielsweise der gesamte Dornansatz 70 mit vormontiertem Lager 60 ausgetauscht wird.

Die in Fig. 15 gezeigte Ausführungsform unterscheidet sich hinsichtlich der Gestaltung des Kanalformers in Form der wendelförmig vorverdrillten Drähte bzw. Stäbe 40, 42 nicht von der Ausführungsform gemäß Fig. 14. Allerdings ist der Übergang der Stifte bzw. Drähte 40, 42 zur Welle etwas anders gelöst:

In diesem Fall hat die Welle 30 an ihrem stromabwärtigen Ende eine Verdickung 134, und die Stifte 40, 42 sind über eine Löt- oder Schweißverbindung bzw. eine entsprechende Verbindung an die Welle 30 angeschlossen. Es hat sich gezeigt, daß es selbst mit dieser Anordnung gelingt, bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Strangpreßvorrichtung ein sehr homogenes Gefüge des extrudierten Rohlings am Austritt des Düsenmundes DM sicherzustellen.

Selbstverständlich ist es möglich, im Bereich der Wellenverdickung 134 Maßnahmen zu ergreifen, um den Strömungswiderstand des Befestigungsabschnitts so minimal wie möglich zu halten. Dies soll durch die Schnittdarstellung gemäß Fig. 17 verdeutlicht werden. Der mit 234 bezeichnete Steg ist im Querschnitt sehr schmal gehalten und vorzugsweise ebenfalls zu beiden Seiten der Achse von einer Wendelfläche gebildet, so daß sich bei der kontinuierlichen Drehbewegung des Kühlkanalformers 40, 42 möglichst geringe Strömungswiderstände ergeben. Die axiale Länge des Verbindungsabschnitts zwischen den Drähten 40, 42 und dem Nabenkörper 34 bzw. 134 oder 234 kann verhältnismäßig kurz ausgebildet sein, da die Stifte bzw. Drähte 40, 42 bei der Drehung durch die Masse 12 lediglich hauptsächlich auf Zug und geringfügig — ähnlich einer Schraubenfeder — auf Torsion beansprucht werden.

Die vorstehend beschriebene Strangpreßvorrichtung funktioniert wie folgt:

Die hochviskose Masse 12 tritt aus dem Ringraum 22 über eine kurze Einlaufstrecke über die axiale Distanz AX in den Einlaufbereich des Düsenmundstücks DME in axialer Richtung ein und versetzt den aus den Stäben bzw. Drähten 40, dem Nabenkörper 34 bzw. 134 bzw. 234 sowie der Welle 30 bestehenden Kühlkanalformer aufgrund des Anströmwinkels PHI in eine kontinuierliche, der Steigung WS der Stiftwendel entsprechende

Drehbewegung. Die Lage der Wendel im Düsenmund DM und die Steigung der Wendel WS entspricht exakt der Lage und der Steigung der Wendel des in den Rohling eingeformten Kühlkanals. Es erfolgt dementsprechend bei der Durchströmung des Düsenmundes DM im Gegensatz zu allen herkömmlichen vergleichbaren Extrusionsverfahren keine plastische Verformung der durchtretenden Masse, sondern vielmehr die Ausbildung der innenliegenden, wendelförmigen Kühlkanäle in einem Urformprozeß. Die Stäbe 40, 42 werden dabei hauptsächlich auf Zug beansprucht. Gleiches gilt für die Beanspruchung der Welle 30, die somit mit einem verhältnismäßig kleinen Durchmesser ausgebildet werden kann.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist der Mantel 90 der zylindrischen Innenausnehmung des Düsenmundes DM glatt ausgebildet, und zwar auch im Bereich des Düsenmundstück-Einlaufs DME. Bei einer solchen glatten Ausführung und für den Fall, daß der Querschnitt des Düsenmundes DM eine Kreisform hat, führen die — zwar geringen — Reibmomente, hervorgerufen durch die angeströmte Oberfläche der gewendelten Stifte 40, 42 und der Lager-Reibkräfte dazu, daß der Rohling 24 mit einer leichten Rotation um die Achse 44 austritt. Die Maßhaltigkeit der mit dem Kühlkanalformer eingeformten Innenkanäle wird dadurch nicht beeinflusst, in manchen Anwendungsfällen kann allerdings diese Eigenrotation unerwünscht sein. Zur Ausschaltung dieser Eigenrotation können deshalb verschiedene Maßnahmen ergriffen werden:

Eine — in den Figuren nicht näher dargestellte — Maßnahme besteht darin, der Welle 30 einen Zusatzantrieb zuzuordnen, der ein gerade so großes, zusätzliches Drehmoment auf die Welle 30 aufbringt, das zur Dekkung der Reaktionsmomente ausreicht.

Eine weitere, in Fig. 14 gezeigte Maßnahme besteht darin, die stromauf gelegenen Stirnseiten 92 der Stifte 40, 42 mit einer solchen Anschrägung zu versehen, daß durch die Anströmung ein zusätzliches Drehmoment auf den Kühlkanalformer aufgebracht wird.

Schließlich ist eine weitere Möglichkeit in Fig. 15 mit strichpunktierten Linien angedeutet. Diese besteht darin, die Drähte 40, 42 stromauf des Nabenkörpers 134 mit einem Verlängerungsabschnitt 140, 142 zu versehen und diesen Verlängerungsabschnitt mit einer von der Soll-Wendelsteigung im Rohling abweichenden Wendelsteigung in der Weise zu versehen, daß die die Fortsätze 140, 142 anströmende Masse 12 das das Reaktionsmoment deckende zusätzliche Drehmoment auf den Kühlkanalformer aufbringt.

Schließlich ist es auch möglich, im Bereich des Düsenmundes DM Strömungsleitflächen vorzusehen, die die Strömung der Masse 12 im Düsenmund axial ausrichten, d. h. linearisieren helfen. Derartige Strömungsleitflächen können beispielsweise im Einlaufbereich DME, aber auch im übrigen Bereich des Düsenmundes DM vorgesehen werden. In Fig. 17 ist eine derartige Strömungsleitflächenanordnung in Form einer Innenverzahnung 94 angedeutet. Wenn die Innenverzahnung 94 auf den Düsenmund-Eintrittsbereich DME beschränkt wird, ist es von Vorteil, die Verzahnung so zu wählen, daß die über den Durchmesser 98 hinausstehenden Verzahnungsquerschnitte 96 über den Umfang auf summiert gerade die Summe der Querschnitte der Welle und der Nabe 134 bzw. 234 ausmacht.

Selbstverständlich sind Abweichungen von der zuvor beschriebenen Ausführungsform möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen, der darin

besteht, eine plastische Verformung der Masse 12 im Düsenmund DM dadurch aus zuschließen, daß ein Kühlkanalformer mit einer starren Verbindung zwischen wendelförmig vorverdrillten Stäben 40, 42 und einer drehbar gelagerten Welle 30 mit einer vorbestimmten Relativ-Drehbewegung durch die im Düsenmund strömende Masse bewegt wird. Auf diese Weise ist das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren für alle möglichen Querschnitte anwendbar, was in Fig. 14A beispielsweise mit gestrichelten Linien durch die Querschnittsbegrenzung 100 angedeutet ist. Die Achse des Kühlkanalformers kann auf diese Weise auch beliebig innerhalb des Querschnitts des Düsenmundes DM angeordnet werden. Aufgrund des erfindungsgemäßen Aufbaus existieren in einem weiten Bereich keine Abhängigkeiten zwischen der Dimension, beispielsweise dem Durchmesser des Rohlings, dem Grad der Plastifizierung und den Strangpreß-Parametern, wie z. B. der Strangpreßgeschwindigkeit. Die auf die exakte, im Rohling angestrebte Wendelsteigung vorverdrallten Stäbe müssen dementsprechend — entgegen dem Stand der Technik — nicht mehr durch aufwendige Vorversuche überverdrallt werden, um im Rohling die gewünschte Steigung und Lage des Innenkanals zu erzielen. Die Masse 12 wird beim Durchströmen des Düsenmundes DM keiner Verformungsarbeit unterzogen und die bewegten Bauteile des Innenkanalformers werden mechanisch verhältnismäßig gering beansprucht, da die vom Kühlkanalformer beanspruchten Querschnittsflächen im Vergleich zu der gesamten Durchtrittsfläche des Düsenmundes DM verhältnismäßig klein ist.

Wenn gleich der Düsenmund DM bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung in etwa so lang wie die halbe Wendelsteigung WS ausgebildet ist, ist hervorzuheben, daß der Düsenmund DM im Vergleich zur Wendelsteigung auch verkürzt sein kann, wobei dann aber auch die Drähte entsprechend verkürzt werden, so daß sie wiederum im Bereich des Düsenaustritts enden. Auch ist es möglich, anstelle der vorstehend beschriebenen punktsymmetrischen Anordnung der Stäbe 40, 42 im Vergleich zur Achse 44 bzw. 28 eine andere Anordnung zu wählen, wobei es sogar möglich ist, auf verschiedenen Seiten der Achse mit unterschiedlichen Querschnitten der Stäbe bzw. Drähte zu arbeiten.

Um die Lagegenauigkeit der innenliegenden Kühlkanäle und die Homogenität des Gefüges des extrudierten Rohlings bei gleichzeitiger Anhebung der Reproduzierbarkeit zu verbessern, werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 13 weitere Ausführungsformen von Strangpreßdüsen gezeigt. Die Geometrie der Strangpreßdüse dieser weiteren Varianten entspricht weitestgehend derjenigen der zuvor beschriebenen Ausführungsformen. Für vergleichbare Bauteile werden deshalb Bezugszeichen verwendet, die den zuvor vergebenen Bezugszeichen entsprechen, denen allerdings weitere Ziffern "3" bis "9" vorangestellt sind.

Hinsichtlich der Geometrie unterscheidet sich der Kühlkanalformer gemäß Fig. 1 nur unwesentlich von demjenigen gemäß Fig. 14. Die wendelförmig vorverdrillten Stifte 340, 342 sind über Stege 392 an einer Welle 330 befestigt. Die Besonderheit besteht darin, daß die im Düsendorn 318 gelagerte Welle 330 mit einer Innenbohrung 331 ausgestattet ist und daß auch die Stege 392 mit Radialbohrungen 393 versehen sind, die bei 395 an der Oberfläche der Stifte 340, 342 austreten. Die Innenbohrung 331 und die Radialbohrungen 393 bilden einen Strömungspfad für die Zuführung einer die Reibungskraft zwischen Preßmasse und Stifte 340, 342

vermindernden Substanz, beispielsweise eines Fluids, vorzugsweise einer reibungsmindernden Flüssigkeit oder flüssigkeitsähnlichen Substanz. Die Zuführung ist mit dem Pfeil 397 angedeutet und sie erfolgt vorzugsweise unter Druck. Als eine solche reibungsmindernde Flüssigkeit oder flüssigkeitsähnliche Substanz kann beispielsweise das Plastifizierungsmittel der Preßmasse herangezogen werden. Diese Substanz tritt bei 395 (es können auch über den Umfang und auch in Längsrichtung der Stifte 340, 342 eine Vielzahl solcher Radialkanäle vorgesehen sein) aus und strömt entlang der Oberfläche der Stifte 340, 342 entlang, wobei die gesamte Oberfläche der Stifte benetzt wird. Hierdurch ergibt sich eine stark verminderte Reibung zwischen Stifte 340, 342 und der Preßmasse, was wiederum zu kleinsten Reaktionskräften zwischen Preßmasse und den Stiften führt. Auf diese Weise kann der Querschnitt der Stege 392 und der Welle 330 verringert werden, wodurch auch die Reaktionskräfte zwischen den Stiftträgern und der Preßmasse reduziert werden. Die Summe der somit radial auf die Preßmasse einwirkenden Kräfte wird durch diese erfindungsgemäßen Weiterbildungen so klein, daß diese nicht mehr in der Lage sind, den Preßmassenstrom entweder örtlich oder über den Querschnitt so zu beeinflussen, daß eine Drallbewegung aufgezwungen wird. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die inneren und äußeren Zusammenhaltkräfte der Preßmasse größer sind als diese Reaktionskraft. Es ergibt sich der weitere Nebeneffekt, daß durch die vollständige Benetzung der Stifte 340, 342 mit der reibungsvermindernden Flüssigkeit bzw. mit dem reibungsvermindernden Fluid den Verschleiß der Stifte quasi eliminiert.

Fig. 2 zeigt eine Variante des Strangpreßwerkzeugs, bei dem abweichend von der Darstellung nach Fig. 1 keine starren, vorverwendeten Stifte, sondern flexible Stifte 440, 442 verwendet sind, die an einer gabelartigen Verzweigung 492 einer. Antriebswelle 430 festgelegt sind. Die Welle 430 und auch die Gabel 492 sind hohl ausgebildet, so daß — wie mit dem Pfeil 497 angedeutet — auch hier ein die Reibungskraft verminderns Fluid durch eine Innenbohrung 431 in der Welle 430 in die gabelartige Verzweigung 492 eingeleitet und dort an die flexiblen Stifte 440, 442 weitergegeben werden kann. Im Unterschied zur Ausgestaltung nach Fig. 1 sind folglich die Stifte flexibel und sie werden aktiv über die Welle 430 angetrieben. Um den drallfreien Austritt des Preßstrangs überwachen zu können, ist am Austritt der Düse ein Reibrad 441 vorgesehen, das mit einer nicht näher dargestellten Wegmeßvorrichtung ausgestattet ist.

Beiden Ausführungsformen gemeinsam ist, daß sich durch das an die Stifte oder Fäden zugeführte Fluid eine quasi hydrostatische Lagerung der Stifte oder Fäden in der Preßmasse ergibt, wodurch der Störgrößeneinfluß drastisch verringert wird.

In den Fig. 3 und 4 sind Varianten der Aufhängung für die Stifte 440, 442 gezeigt. Man erkennt insbesondere bei der Ausgestaltung nach Fig. 3 Mündungsöffnungen 495, die über den Umfang und in Längsrichtung der Stifte 440, 442 verteilt sind, um einen gleichmäßigen Austritt des bei 497 eingespeisten Fluids zur Verminderung der Reibungskräfte zu gewährleisten. Die gabelartige Verzweigung 492 bei der Ausgestaltung in Fig. 2 ist bei der Variante nach Fig. 3 durch einen Diametralsteg 492' ersetzt, der eine Innenbohrung 493' hat. Die Variante nach der Fig. 4 ist besonders vorteilhaft einzusetzen, wenn ein fadenförmiges Band 441" an der Welle 430" befestigt wird. Die Welle 430" ist wiederum hohl ausgebildet und sie trägt an ihrem dem Düsenmund zu-

gewandten Ende ein Gabelstück 492", in das der Faden bzw. eine Schnur 441" eingehängt ist. Die Stelle, an der die reibungsmindernde Substanz vom Gabelstück 492" austritt, ist mit A bezeichnet.

Bei den unter Bezug auf die Fig. 1 bis 4 beschriebene Ausführungsformen liegt eine Benetzung der den Innenkanal bildenden Komponenten ausschließlich im Bereich der Stifte vor. Fig. 5 zeigt eine Variante, bei der sämtliche Bauteile des Kühlkanalformers stromab des Düsendorns 518 mit der die Reibkraft verminderns Substanz benetzt sind. Zu diesem Zweck bildet der Düsendorn 518 an seinem vorderen Ende eine Wellenlagerung 519 aus. Vor dieser Wellenlagerung 519 ist eine im Durchmesser größere Bohrung 521 vorgesehen, die die Welle 530 umgibt, die bei dieser Ausführungsform als Vollwelle ausgebildet werden kann. Die Welle 530 kann angetrieben sein oder frei drehbar im Düsendorn 18 gelagert sein. Die Stifte 540, 542 können starr oder flexibel sein.

Der Raum zwischen der Welle 530 und der Innenbohrung 521 ist mit dem die Reibungskraft verminderns Fluid, vorzugsweise der Flüssigkeit gefüllt, die wiederum vorzugsweise unter Druck zugeführt wird, was mit dem Pfeil 597 angedeutet ist. Der Vorzug dieser Ausführungsform besteht darin, daß die Zuführung dieses Fluids durch die Wellenlagerung 519 erfolgt, die damit in vorteilhafter Weise als hydrostatische Lagerung ausgeführt werden kann. Es ist demgemäß bei dieser Ausgestaltung die gesamte Oberfläche des Kühlkanalformers stromab des Düsendorns 518 mit der reibungsvermindernden Substanz benetzt, wodurch die Querschnitte der Welle 530, des gabelförmigen Halterungsteils 592 auf ein Minimum beschränkt werden können. Mit den Punkten 595 ist angedeutet, daß die reibungsvermindernde Flüssigkeit entlang der Stifte 540, 542 einen hydrostatischen Tragfilm an den gesamten stromab des Düsendorns befindlichen Oberflächen des Kühlkanalformers ausbildet. Die Flüssigkeit tritt ausschließlich über die dann eingeformten Kanäle aus. Die in Fig. 5 gezeigte Variante hat den Vorteil, daß der Nabenkörper 592 mit einem kleinstmöglichen und sehr strömungsgünstig auszulegenden Querschnitt ausgestattet werden kann.

Die Ausgestaltungen nach den Fig. 6 folgende haben zum Ziel, den durch die Umströmung des Kühlkanalformers auf die Preßmasse ausgeübten Drehimpuls zu minimieren bzw. zu kompensieren. Abweichend von der Ausgestaltung nach Fig. 17 sind bei diesen Ausführungsformen Strömungsleitflächenanordnungen vorgesehen, die auch den Drehimpuls kompensieren können, der nur eine Drallbewegung der Preßmasse mit geringer radialer Erstreckung zum Düsenmantel hin auslöst. Zu diesem Zweck sind am Düsendorn 618 parallel zur Achse der Strangpreßdüse ausgerichtete Leitflächenkörper 641, 643 befestigt, die sich nahe an die stromauf gelegenen Enden der Stifte 640, 642 erstrecken und Abflachungen 647, 645 an ihren vorderen Bereichen haben. Die Leitflächenkörper sind dementsprechend flossenartig ausgebildet und sie enden mit sehr geringem Spalt SP stromauf der ähnlich einer Turbine fungierenden Stifte 640, 642. Die Leitkörper 643, 641 wirken wie ein Leitapparat einer Strömungsmaschine, bei der an der entscheidenden Stelle eine Drallkompensation stattfindet.

Eine erste Variante dieser Drallverhinderungseinrichtung ist in den Fig. 8 und 9 gezeigt. Unterschiedlich zu den vorstehend beschriebenen Varianten ist bei dieser Ausgestaltung die Schnittstelle zwischen Strömungsleit-

stift 741, 743 und den turbinenartigen Stiften 740, 742. Mit anderen Worten ausgedrückt, der Spalt SP ist hier in Strömungsrichtung angestellt. Man erkennt am besten aus der Darstellung gemäß Fig. 9, daß der am Düsendorn 718 befestigte Strömungsleitstift 741, 743 am stromab gelegenen Ende eine Abflachung 745, 747 ausbildet.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 10 und 11 sind andere Strömungsleitflächenanordnungen vorgesehen, die mit 841 und 843 bezeichnet sind. Abweichend von den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen sind diese Strömungsleitflächen von plattenartigen Körpern gebildet, die den gesamten Strömungsquerschnitt erfassen. In Übereinstimmung mit den zuvor beschriebenen Ausgestaltungen nach den Fig. 6 bis 9 ist wiederum für jeden Stift, der einen innenliegenden Kanal formen soll eine Strömungsleitfläche 841, 843 vorhanden, wobei sich das stromab gelegene Ende der Strömungsleitflächen 841, 843 möglichst nahe an das stromauf gelegene Ende der Stifte 840, 842 hin erstreckt.

Schließlich soll unter Bezugnahme auf die Fig. 12 noch eine weitere Variante für eine den Drall kompensierende Leiteinrichtung beschrieben werden. Bei dieser Ausgestaltung der Strangpreßdüse ist wiederum eine Einrichtung zur Minimierung der Reibungskräfte zwischen Preßmasse und Kühlkanalformer vorhanden, während bei den Ausgestaltungen nach den Fig. 6 bis 11 eine solche Einrichtung fehlte. Es soll an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß die Drallkompensationseinrichtung selbstverständlich unabhängig davon den vorteilhaften Effekt erzielen kann, ob eine solche, die Reibkraft vermindernde Umspülung der Kühlkanalformerflächen mit reibungsverminderndem Fluid stattfindet oder nicht.

In diesem Fall ist die die Stifte 940, 942 über einen Steg 292 tragende Welle 930 in einer Außenwelle 935 geführt, die im Düsendorn 918 gelagert ist. Die Außenwelle 935 ragt wie auch die anderen Strömungsleitflächenanordnungen der Ausführungsformen nach den Fig. 6 bis 11 in das Düsenmundstück DM hinein und trägt in geringem axialen Abstand AX vom stromauf gelegenen Ende der Stifte 940, 942 ein Strömungsteil 937, das im wesentlichen die gleiche Querschnittsgestaltung wie der Steg 992 hat, jedoch wie durch den Pfeil G angedeutet ist, in der entgegengesetzten Richtung angetrieben wird wie der Kühlkanalformer 940, 942 (Teil K). Der Querschnitt des den Drall kompensierenden Strömungsteils 937 kann auch dahingehend optimiert werden, daß gleichzeitig auch die den Drallimpuls auslösenden Reibungskräfte der Mittelstifte kompensiert werden. Das Strömungsteil 937 wird vorzugsweise kontrolliert angetrieben. Es kann jedoch auch frei gelagert werden, wobei die Anstellung der Strömungsteilflächen so ist, daß eine gegensinnige Drehbewegung (Drehrichtung G) zur Drehbewegung des Kühlkanalformers (Drehrichtung K) induziert wird.

Die Erfindung schafft somit ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem, vorzugsweise mehreren über den Umfang gleichmäßig verteilten innenliegenden und wendelförmig verlaufenden Kanälen vorbestimmten Querschnitts. Dieses Verfahren wird insbesondere bei der Herstellung eines Sintermetall- oder Keramik-Rohlings verwendet, wobei die den Rohling bildende, plastische Masse aus einem Düsenmundstück herausgepreßt wird, indem die Masse entlang der Achse des wendelförmig verdrehten, an einem Düsendorn gehaltenen Stiftes strömt. Zur Vereinfachung des Verfahrens und zur wei-

testgehenden Eliminierung der Abhängigkeit des Extrusionsergebnisses von den Parametern des Extrusionsvorgangs wird im Düsenmund ein drehbar, gelagerter Kühlkanalformer vorgesehen, der zumindest einen wendelförmig vorverdrehen Stift aufweist, der an einer Welle zumindest an der Befestigungsstelle und damit formstabil und starr befestigt ist. Die wendelförmige Vorverdrehung entspricht exakt der Wendelform der in den Rohling einzuformenden Innenkanäle. Dadurch wird dem zumindest einem Stift durch die entlang dessen Achse strömende plastische Masse im wesentlichen über die gesamte Länge ein konstanter, durch die Steigung der Wendel definierter Drehimpuls auf geprägt, so daß plastische Verformungen der Masse im Düsenmundstück ausgeschlossen sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts, insbesondere zur Herstellung eines Sintermetall- oder Keramik-Rohlings für ein Werkzeugteil, bei dem die den Rohling bildende, plastische Masse aus einem Düsenmundstück heraus gepreßt wird, wobei sie beispielsweise entlang der Achse zumindest eines wendelförmig verdrehten, an einem Düsendorn gehaltenen Stiftes strömt, und wobei die Innenkanäle ohne plastische Umformung der im Düsenmundstück befindlichen Masse im Urformprozeß hergestellt werden, indem vorzugsweise die Masse im wesentlichen drallfrei in das Düsenmundstück (DM) eintritt, über den gesamten Strömungsquerschnitt im wesentlichen drallfrei entweder den zumindest einen Stift anströmt und diesen beim Durchtreten durch das Düsenmundstück in eine kontinuierliche, der Steigung seiner Wendel entsprechende Drehbewegung versetzt, oder an einer Stiftaufhängung vorbeiströmt, die in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit antreibbar ist, nach Hauptpatent Nr. (Patentanmeldung P 42 11 827), dadurch gekennzeichnet, daß dem zumindest einen Stift (40, 42; 340, 342; 440, 442; 540, 542; 940, 942) ein die Reibungskraft zur Masse verminderns Fluid, insbesondere eine die Reibungskraft verminderns Flüssigkeit oder flüssigkeitsähnliche Substanz zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid unter Druck zugeführt wird, wobei vorzugsweise das Fluid aus dem Plastifizierungsmittel der Masse besteht oder zumindest eine Komponente dieses Plastifizierungsmittels hat.

3. Verfahren nach Ansprüchen 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid dem zumindest einen Stift (540, 542) über die Stiftaufhängung zugeführt wird, so daß sich über die gesamte stromab des Düsendorns (518) befindliche Oberfläche eines Kühlkanalformers (530, 592, 540, 542) ein hydrostatischer Tragfilm ausbildet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt innerhalb des Düsenmundstücks (DM) im wesentlichen konstant gehalten wird, und daß die Strömungs- bzw. Druckverhältnisse über die Länge des Düsenmundstücks (DM) durch den Querschnitt des Düsenmundstücks (DM) konstant gehalten bzw. kontrolliert werden, wobei vorzugsweise die

in das Düsenmundstück (DM) einströmende Masse (12) zur Unterstützung des durch die Massenströmung innerhalb des Düsenmundstücks (DM) kontrollierten Drehantriebs des zumindest einen Stiftes (40, 42) herangezogen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift (40, 42) eine Drehachse (44) hat, die mit der Zentralachse (28) des Strömungsquerschnitts zusammenfällt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Stifte (40, 42) von der plastischen Masse angeströmt werden, und daß die Stifte eine gemeinsame Drehachse (44) haben und über den zugehörigen Teilkreis (46) beliebig verteilbar, vorzugsweise gleichmäßig verteilt sind.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionsmomente des Kanalförmers mit dem zumindest einen Stift (40, 42) dahingehend durch einen Zusatzantrieb berücksichtigt werden, daß der Rohling drallfrei aus dem Düsenmund austritt.

8. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömung der Masse durch das Düsenmundstück (DM) zumindest radial außerhalb des zumindest einen Stiftes (40, 42) durch Strömungsleitflächen (94) linearisiert wird.

9. Verfahren insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der von dem zumindest einen Stift und der hierfür vorgesehene Halterung ausgelöste Drallimpuls auf die Pressmasse durch eine den Drall kompensierende Leiteinrichtung () kompensiert wird, die einen dem Drallimpuls entgegengerichteten Gegendrall einleitet.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, mit einem Strangpreßwerkzeug, aus dessen Düsenmundstück kontinuierlich ein zylindrischer Stab mit zumindest einem innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts herauspreßbar ist, wobei vorzugsweise im Inneren des Düsenmundstücks (DM) zumindest ein wendelförmig vorverdrillter, an einem Düsendorn gehaltener Stift (40, 42) mit einer zur Achse (44) des Düsenmundstücks (DM) coaxialen Ausrichtung vorgesehen ist, wobei der zumindest eine Stift (40, 42) dreh- und axialfest mit einer im Düsendorn (70, 72) um eine zur Düsenachse (44) parallele Achse (44) drehbar gelagerten Welle (30) verbunden und derart verdrillt ist, daß ihm die entlang seiner Achse (44) strömende plastische Masse (12) im wesentlichen über die gesamte Länge einen konstanten, durch die Steigung seiner Wendel definierten Drehimpuls aufprägt, nach Hauptpatent Nr. (Patentanmeldung P 42 11 827.1—14), dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung vorgesehen ist, mit der dem zumindest einen Stift ein die Reibungskraft zur Masse verminderns Fluid, insbesondere eine die Reibungskraft verminderns Flüssigkeit oder flüssigkeitsähnliche Substanz zuführbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt innerhalb des Düsenmundstücks (DM) im wesentlichen konstant ist, und daß die Strömungs- bzw. Druck-

verhältnisse über die Länge des Düsenmundstücks (DM) durch entsprechende Gestaltung des Querschnitts des Düsenmundstücks (DM) konstant gehalten bzw. gezielt steuerbar sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift (40, 42) über die gesamte Länge des Düsenmundstücks (DM) die gleiche Wendelsteigung hat.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12 dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung des zumindest einen Stifts (40, 42) an der Welle (30) über einen im Querschnitt senkrecht zur Strömungsrichtung bzw. zur Düsenachse (44) flachen Nabenkörper (34; 234) erfolgt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen Stift und Welle bzw. der Nabenkörper (34; 134; 234) im Einlaufbereich (DME) des Düsenmundstücks (DM) liegt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt des Düsenmundstücks (DM) im Bereich des Nabenkörpers (34; 134; 234) im wesentlichen um die Querschnittsfläche des Nabenkörpers (34; 134; 234) derart vergrößert ist, daß die Strömungsgeschwindigkeit der plastischen Masse beim Übergang vom Einlaufbereich (DME) in den restlichen Strömungsabschnitt des Düsenmundstücks (DM) im wesentlichen konstant gehalten ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift (40, 42) über den Nabenkörper (134) hinaus in stromaufwärtiger Richtung verlängert ist (140, 142).

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Verlängerungsstück (140, 142) des zumindest einen Stiftes (40, 42) zur Unterstützung des durch die Massenströmung innerhalb des Düsenmundstücks (DM) kontrollierten Drehantriebs des zumindest einen Stiftes (40, 42) herangezogen wird.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die stromauf gelegene Stirnseite (92) des zumindest einen Stiftes (40, 42; 140, 142) in Strömungsrichtung zur Unterstützung bzw. -steuerung des Drehimpulses angestellt ist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Nabenkörper (234; 34) als Wendelfläche mit einer an die Steigung (WS) des zumindest einen Stiftes (40, 42) angepaßten Wendelsteigung ausgebildet ist.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlauf- und/oder die Auslaufkante (54, 56) des Nabenkörpers (34) vorzugsweise in Abstimmung auf die Innenkontur des Düsenmundstücks (DM) und/oder die Befestigungsübergänge zum Stift (40, 42) derart profiliert ist, daß bei der Umströmung des Nabenkörpers (34) innerhalb des Düsenmundstücks (DM) möglichst geringe Druckschwankungen in der plastischen Masse auftreten.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die den zumindest einen Stift (40, 42) tragende Welle (30) im Düsendorn (70, 72) ein Radial- und ein Axiallager (58, 60) hat.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch ge-

kennzeichnet, daß das Axiallager und/oder das Radiallager (58) ein Wälzlager (60) ist.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Länge des Düsenmundstücks (DM) und der Stifte (40, 42) einen Bruchteil der Steigung (WS/2) der Draht-Wendel, vorzugsweise zumindest eine halbe Steigung ausmacht.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift (40, 42) eine Drehachse (44) hat, die mit der Zentralachse (44) des Strömungsquerschnitts zusammenfällt.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Stifte (40, 42) von der plastischen Masse umströmt werden, und daß die Stifte eine gemeinsame Drehachse (44) haben und über den zugehörigen Teilkreis (46) gleichmäßig verteilt sind.

26. Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung von zylindrischen Stäben mit zumindest einem innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts, insbesondere zur Herstellung eines Sintermetall- oder Keramik-Rohlings für ein Werkzeugteil, mit zumindest einem in die Strömung der Masse hineinragenden Stift, der beim Durchströmen der Masse durch den Düsenmund den zumindest einen Kühlkanal formt, insbesondere nach einem der Ansprüche 10 bis 25, wobei die den zumindest einen Stift (40, 42) tragende Welle (30), deren radial innerhalb des Stiftes liegende Verbindungsstelle zum Stift im Düsenmund liegt, einen Zusatzantrieb hat, nach Hauptpatent Nr. (Patentanmeldung P 42 11 827.1—14), dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung vorgesehen ist, mit der dem zumindest einen Stift (440, 442; 440', 442'; 441'') ein die Reibungskraft zur Masse verminderns Fluid, insbesondere eine die Reibungskraft verminderns Flüssigkeit oder flüssigkeitsähnliche Substanz zu-

führbar ist.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift (440, 442; 440', 442'; 441'') flexibel ist und der Antrieb in Abhängigkeit von der gewünschten Steigung steuerbar ist.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die die Reibungskraft mindernde Substanz durch die drehbar gelagerte Welle (330; 430) und die Verbindungsstelle (392; 492; 492'; 492'', 992) zu dem zumindest einen Stift auf die Oberfläche des zumindest einen den Kühlkanal ausformenden Stiftes geführt wird.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift radiale Kanäle oder Durchtrittsöffnungen für den Durchtritt des die Reibungskraft herabsetzenden Fluids hat.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Fluid durch die Lagerung (519) der drehbaren Welle (530) zu-

führbar ist.

31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des Düsenmundstücks (DM) zumindest radial außerhalb des zumindest einen Stiftes (40, 42) eine Strömungsleitflächenanordnung (94) zur Linearisierung bzw. axialen Ausrichtung der Massenströmung

vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die Strömungsleitflächenanordnung einstückig mit der Innenwandung des Düsenmundstücks (DM) ausgebildet ist.

32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der Strömungsleitflächenanordnung (94) auf den Bereich der Verbindung des zumindest einen Stiftes (40, 42) mit der Welle (30) beschränkt ist.

33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 30 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung (94) von einer Verzahnungsoberfläche gebildet ist.

34. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung (641, 643, 645, 647; 741, 743, 745, 747) nahe dem Teilkreis des betreffenden, zugeordneten zumindest einen Stiftes angeordnet ist und eine geringe radiale Erstreckung aufweist.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung flossenartig ausgebildet sind und mit dem Düsendorn (618; 718) verbunden sind.

36. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungsleitflächenanordnung von einer den vom Kühlkanalformer (930, 992, 940, 942) auf die Pressmasse ausgelösten Drallimpuls kompensierenden Leiteinrichtung (937, 935) gebildet ist.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiteinrichtung (935, 937) drehbar in der Düse (918) gelagert ist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsendorn (70) in einem vorbestimmten und vorzugsweise einstellbaren Abstand (AX) vor dem Düsenmundstück (DM) endet.

39. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Düsendorn (70, 72) zweiteilig ausgebildet ist, wobei ein die Welle lagerndes und das Lager zum Düsenmundstück (DM) hin abdichtendes Teil (70) in einen Trägerkörper (72) einsetzbar, vorzugsweise einschraubbar ist.

40. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß der zumindest eine Stift aus einem Material mit hohem E-Modul, wie z. B. aus Stahl oder Hartmetall oder keramischem Werkstoff besteht.

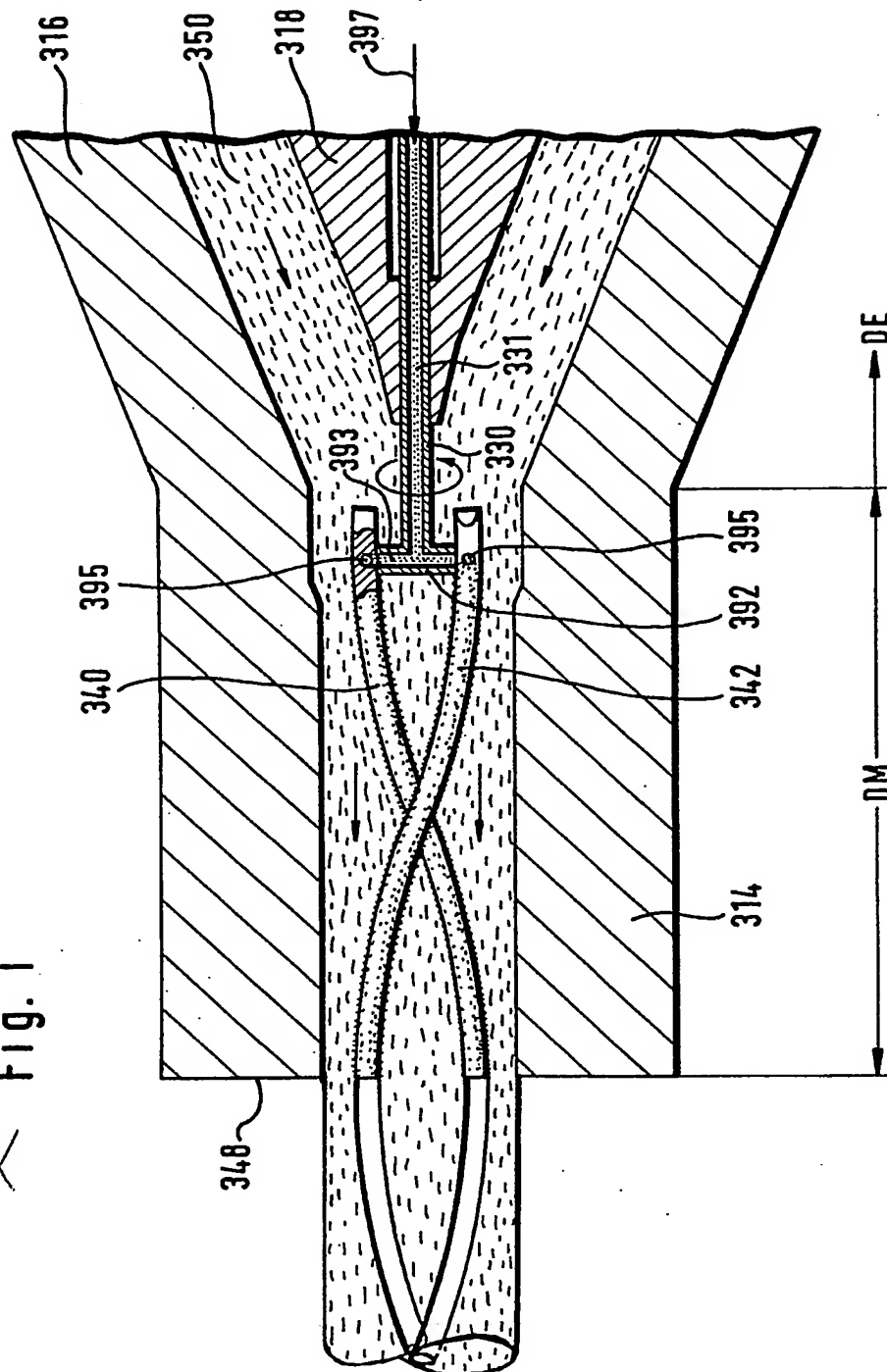
41. Zylindrischer, aus einer plastischen Masse, insbesondere einer plastifizierten pulvermetallischen oder keramischen Masse bestehender bzw. im Extrusionsverfahren hergestellter Stab mit zumindest einem innenliegenden, zumindest abschnittsweise wendelförmig verlaufenden Kanal vorbestimmten Querschnitts, dadurch gekennzeichnet, daß der Querschnitt von der Kreisform abweicht.

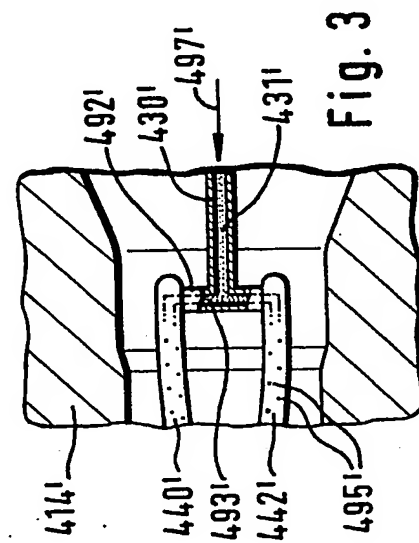
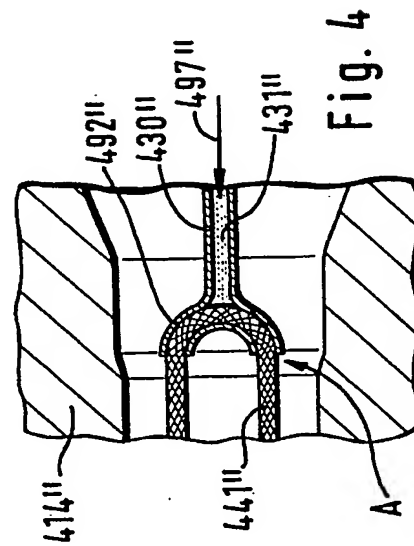
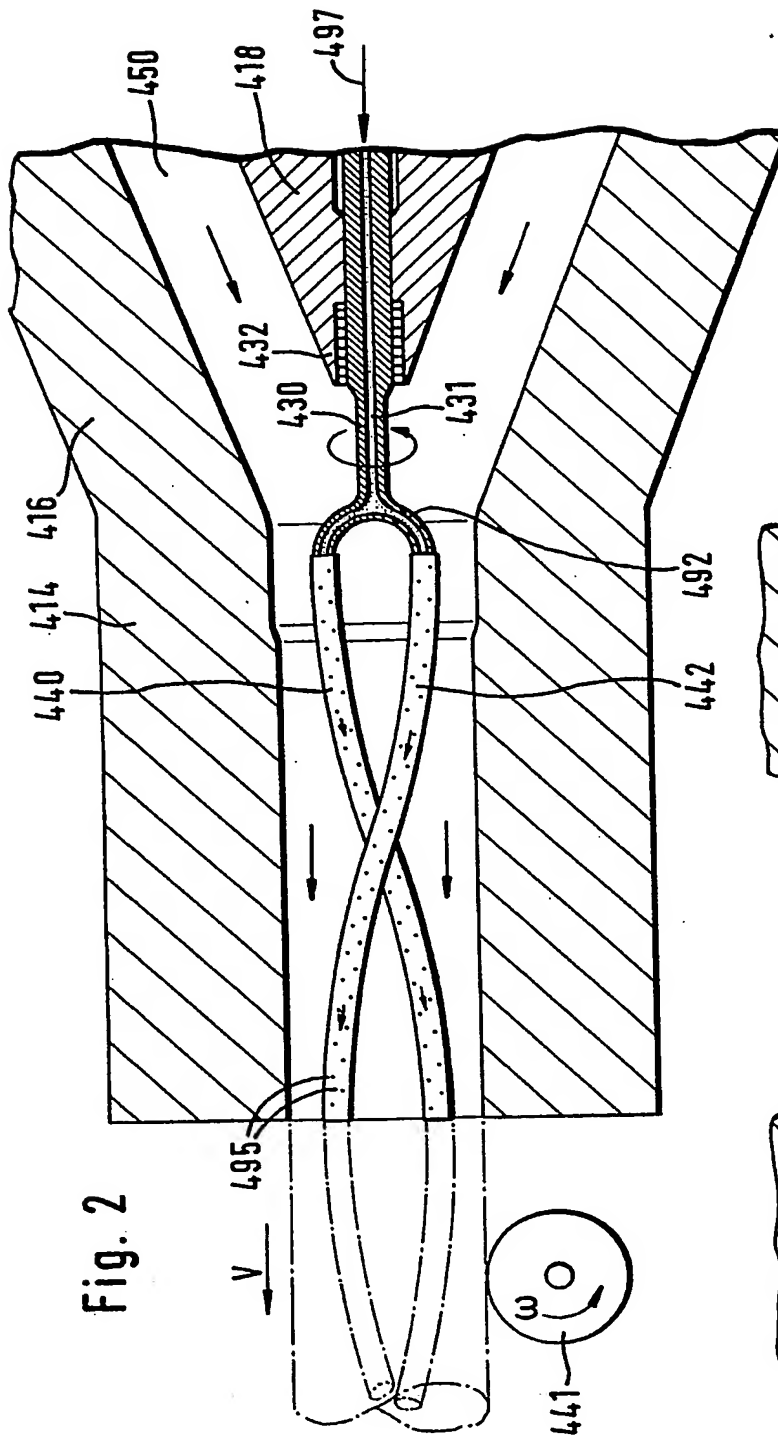
Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. X





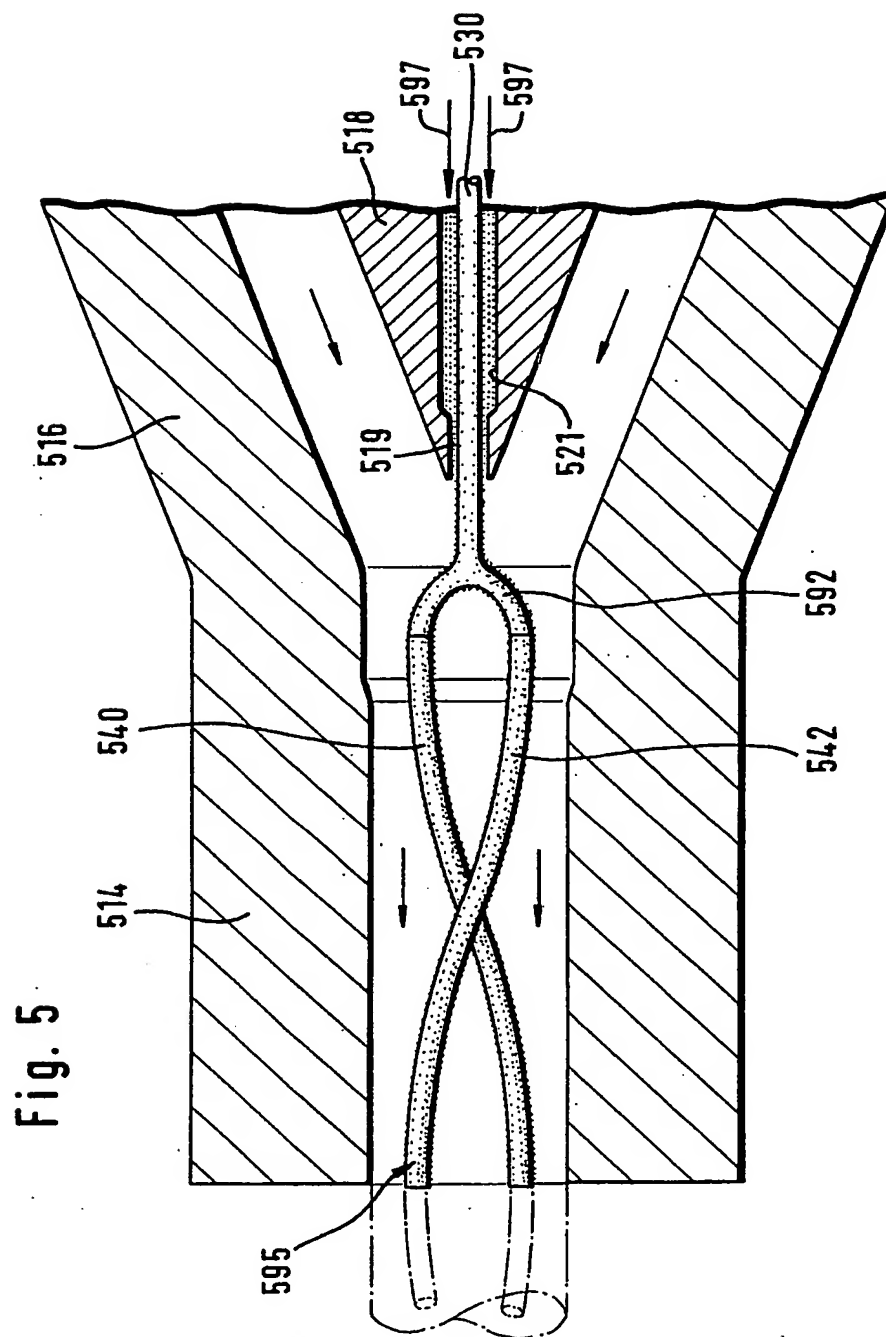


Fig. 7

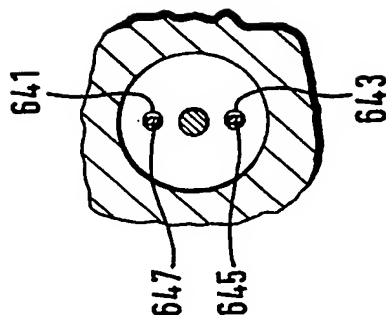


Fig. 6

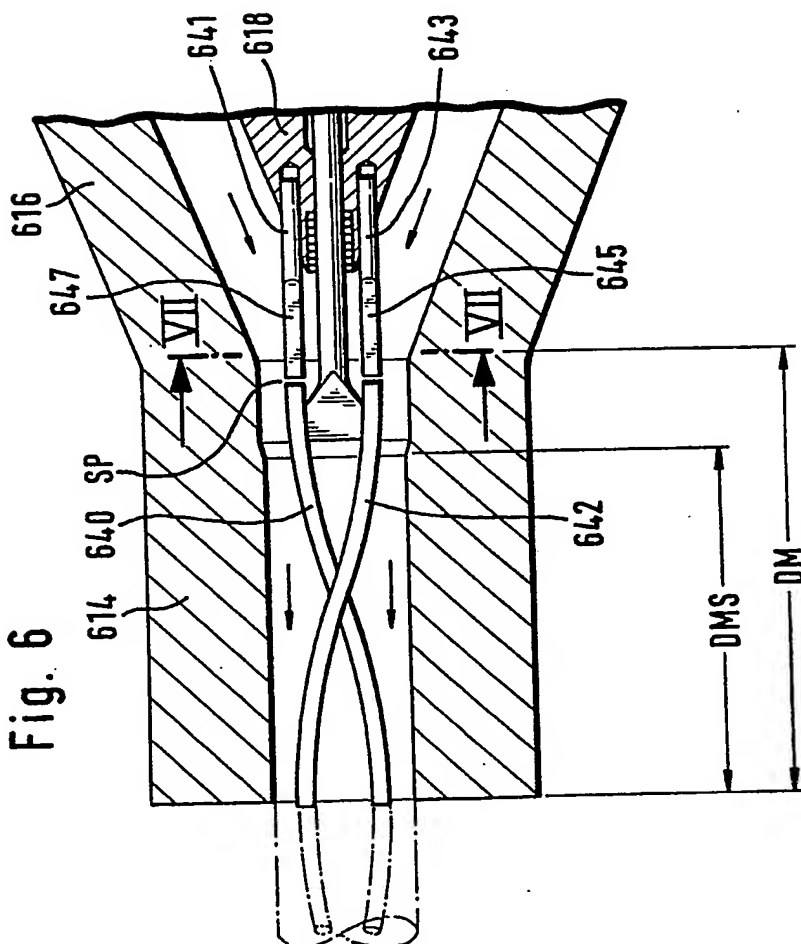


Fig. 8

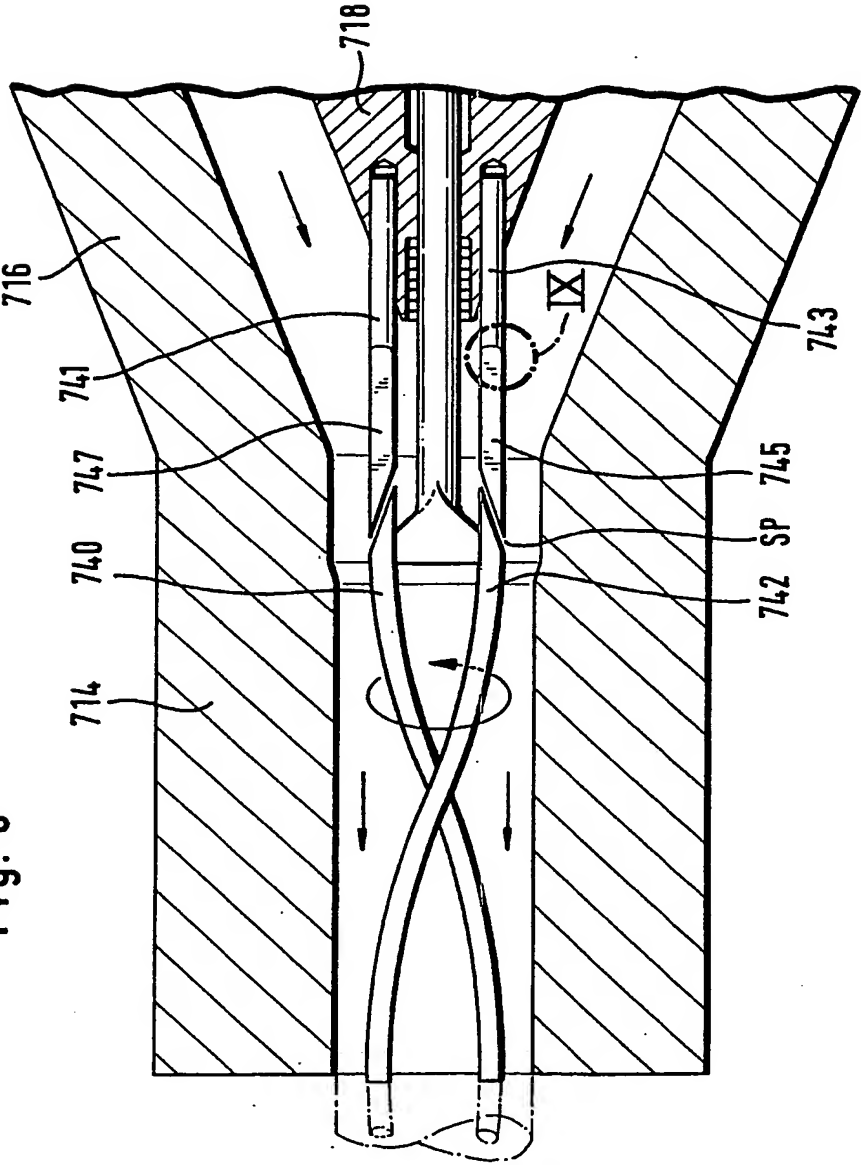
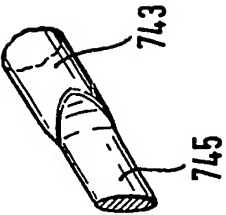
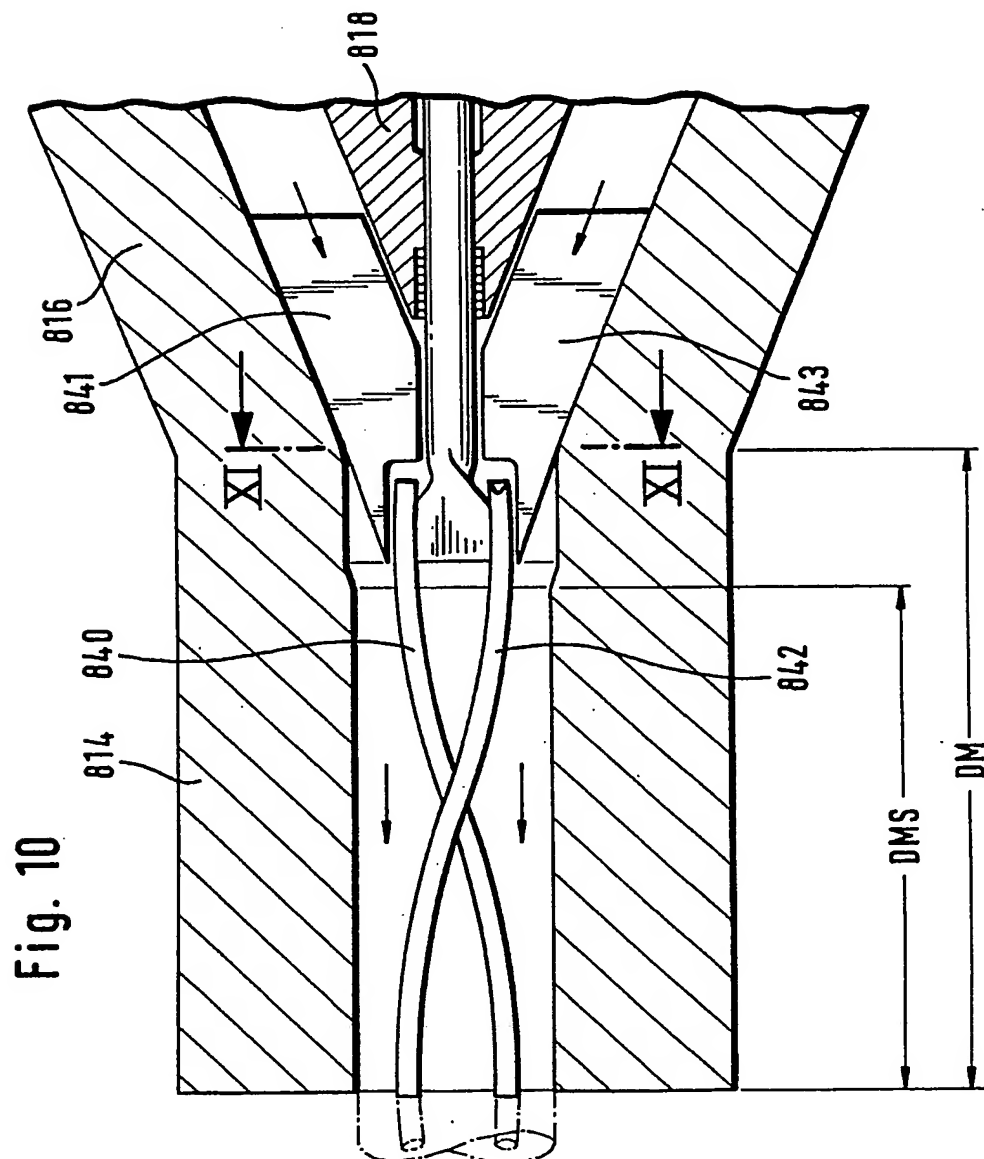


Fig. 9





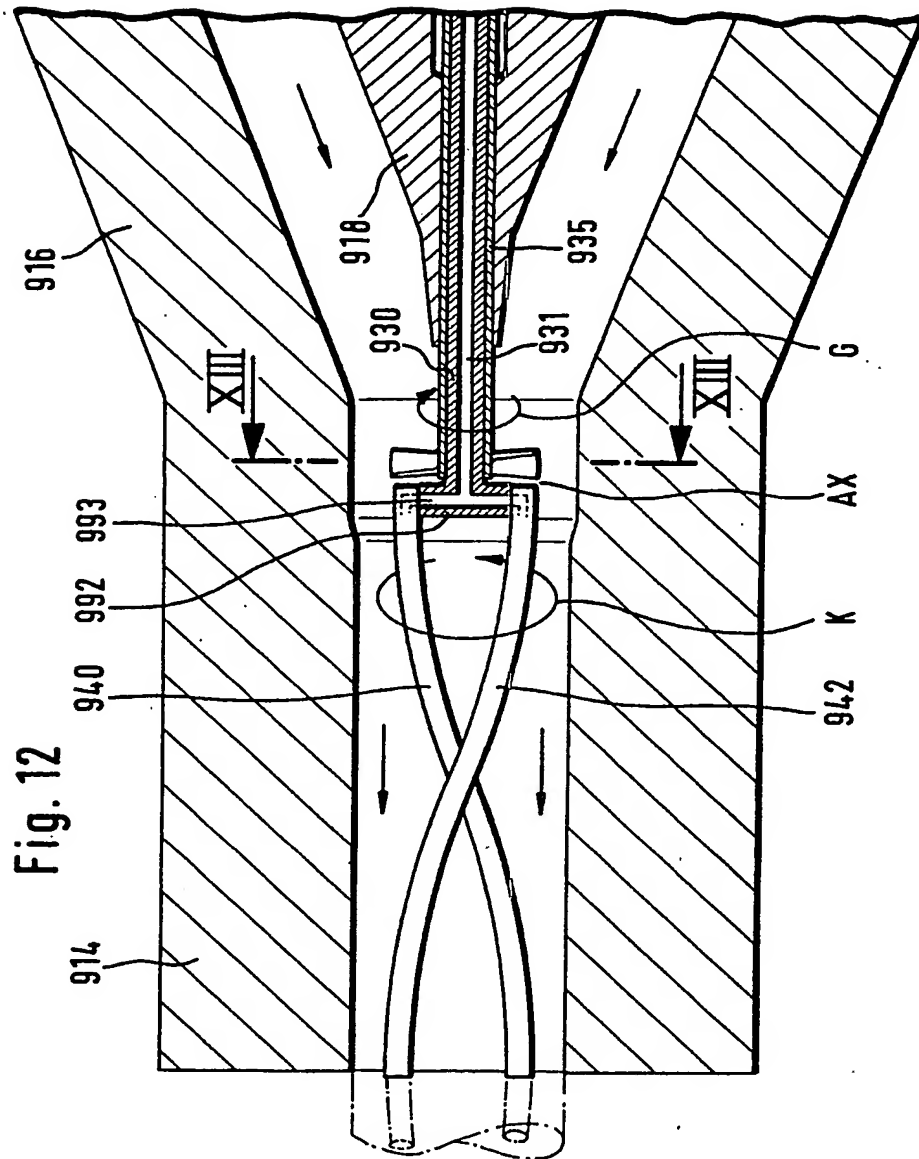


Fig. 12

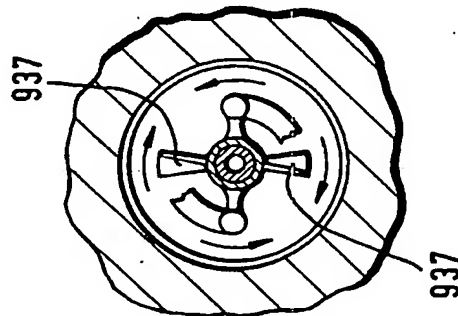
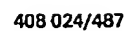
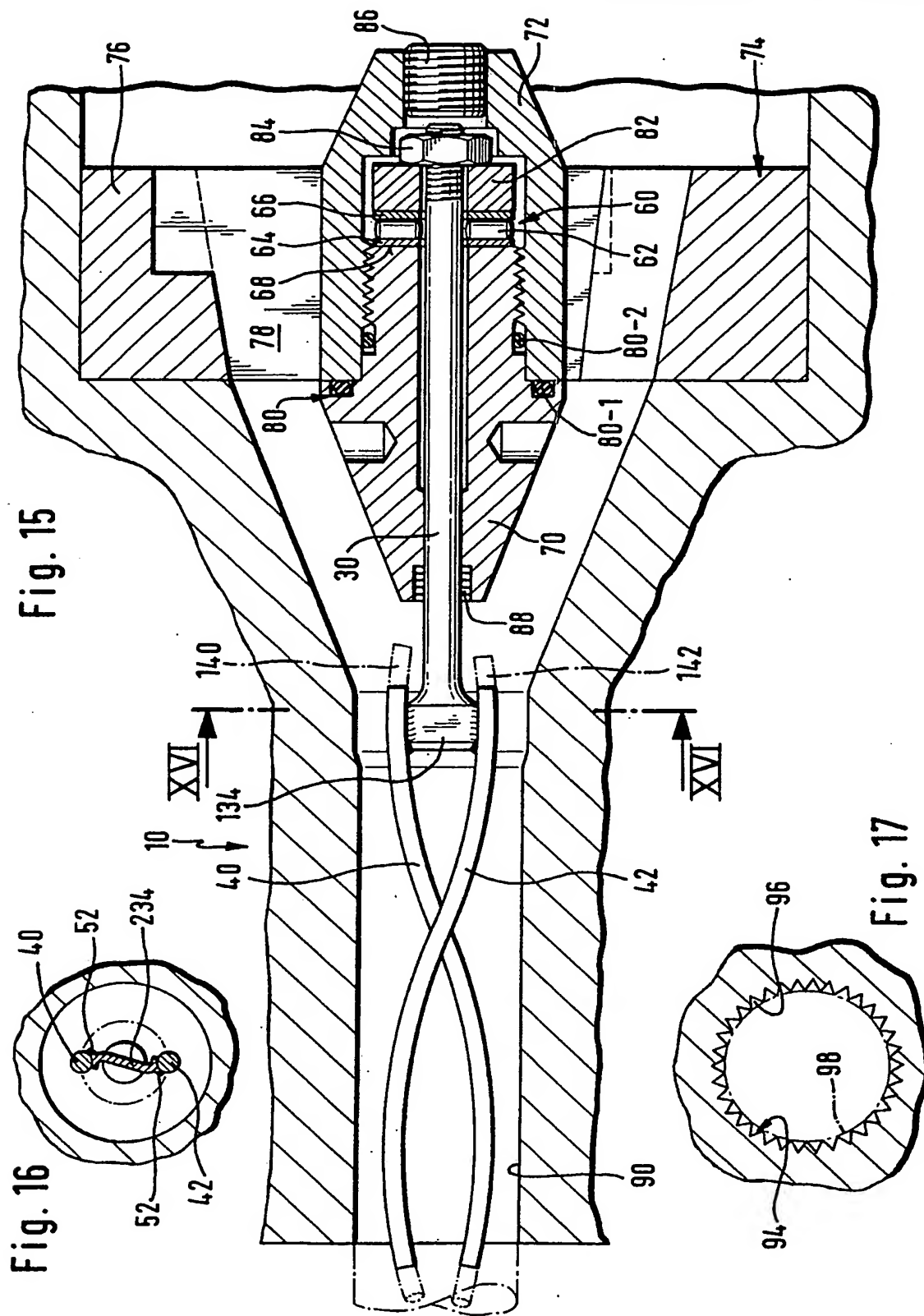


Fig. 13

Fig. 14A





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.